

HELHa
Haute École Louvain en Hainaut

UNIVERSITÉ DE NAMUR

Revue des QUESTIONS SCIENTIFIQUES

ISSN 0035-2160

Actualité, histoire et philosophie des sciences

Tome 191, N°1-2, 2020

Bureau de dépôt : B 5310 Éghezée - Agréation n°P207124

RÉDACTEUR EN CHEF :

Jean-François Stoffel
Haute école Louvain-en-Hainaut – Domaine de la santé
Rue Trieu Kaisin, 136 – 6061 Montignies-sur-Sambre – Belgique
Courriel : stoffeljf@helha.be

ADMINISTRATION :

Véronique Orose
Université de Namur
Rue de Bruxelles, 61 – 5000 Namur – Belgique
Courriel : veronique.orose@unamur.be

WEBMASTER :

Loris Rossi
Courriel : loris.rossi@outlook.com

Michael Mattiello
Courriel : michael.mattiello@outlook.com

Haute école Louvain-en-Hainaut

SITE INTERNET :

http://www.rqs.be

Fondée en 1877 par la Société scientifique de Bruxelles, *la Revue des questions scientifiques* est une publication périodique trimestrielle toujours publiée par ladite Société, avec le soutien du domaine de la santé de la Haute école Louvain-en-Hainaut et de l'Université de Namur. Pluridisciplinaire et francophone, elle est une revue de haute vulgarisation scientifique, consacrée aux sciences, y compris leur actualité, leur histoire, leur philosophie et leur impact sociétal. Elle est membre de l'Association des revues scientifiques et culturelles de Belgique. Tous les manuscrits reçus sont soumis à un comité de lecture constitué d'au minimum deux experts. En fin d'année, leur nom est publié dans la Revue.

La Revue est dépouillée par le CISMeF, l'*Index Religiosus*, Kinedoc, le *Répertoire bibliographique de la philosophie / International Philosophical Bibliography*.

Tome 191 2020

Revue des Questions Scientifiques

Actualité, histoire et philosophie des sciences

organe de la
Société scientifique de Bruxelles
publié avec le soutien de la
Catégorie paramédicale de la
Haute école Louvain-en-Hainaut
et de
l'Université de Namur

Prochainement

Numéro spécial

Paul Mansion (1844-1919)

Mathématicien, professeur à l'Université de Gand, membre de l'Académie royale de Belgique, deuxième Secrétaire de la Société scientifique de Bruxelles

LITH FLORIMOND VAN LOO, GAND.

Table des matières

Peebles et Lemaître

Varia

Analyses critiques

Comptes rendus

Revue des Questions Scientifiques, 2020, 191 (1-2) : 7-31

Le dogme de l'Incarnation et l'idée chrétienne, théologico-cosmologique de la nature, dans le Christ, chez Suger et Copernic

Critique de la thèse d'Alexandre Kojève sur « l'origine chrétienne de la science moderne »

Michel Blay
Directeur de recherche honoraire au CNRS
Président du Comité pour l'histoire du CNRS
michel.blay@ens.psl.eu

Résumé. – Dans cet article je me propose, tout en prolongeant mes travaux antérieurs, de clarifier le sens de ce qu'on désigne par l'expression d'« origine chrétienne de la science moderne ». Tout en reconnaissant une influence de la pensée chrétienne à travers le rôle du dogme de l'Incarnation, je suggère une interprétation différente de celle d'Alexandre Kojève. À cette fin je considère, à travers des exemples, le dogme de l'Incarnation comme constitutif d'une structure originale de la pensée chrétienne qui organise en profondeur, tout en lui donnant son sens, l'imaginaire chrétien du monde. Un imaginaire par lequel s'affirme et se constitue une idée chrétienne de la nature, théologico-cosmologique, qui s'explicite dans le Christ. Cette idée de la nature est ensuite « mécanisée » et radicalement transformée par Galilée et Descartes. C'est ce nouveau corpus qui conduit, à proprement parler, à ce qu'on appelle la science moderne comme physique mathématique. Il n'y a donc pas pour moi au sens strict kojévien d'« origine chrétienne de la science moderne ».

Abstract. – In this article, I propose, while extending my previous work, to clarify the meaning of what is designated by the expression "Christian origin of modern science". While recognizing the influence of Christian thought through the role of the Incarnation dogma, I suggest a different interpretation than Alexandre Kojève. To this end, employing various examples, I regard this dogma as constituting a fundamental framework for Christian thought, and

which deeply and significantly structures the Christian imaginary of the world. The Christian idea of nature, both theological and cosmological, which is expressed in Christ, is asserted and constituted in this imaginary. This idea of nature is subsequently "mechanized" and radically transformed by Galileo and Descartes. Our idea of modern science as mathematical physics results directly from this novel corpus. Therefore, to my mind, there is no "Christian origin of modern science" in the strictly Kojévian sense.

Mots-clés. – Nicolas Copernic — Incarnation — Alexandre Kojève — Nature — Suger

Plan de l'article

1. Introduction

Dans de précédents ouvrages, je me suis attaché à rendre compte de l'originalité de la science occidentale en y faisant intervenir, dans le développement de la connaissance à l'époque médiévale, le dogme chrétien de l'Incarnation (Blay 2013, 2017a, 2017b).

Cette introduction du dogme de l'Incarnation avait déjà été envisagée par Alexandre Kojève dans un article en 1964 consacré principalement à l'œuvre de Copernic : *L'origine chrétienne de la science moderne*[1].

Je souhaite dans le présent article préciser dans quelle mesure ma thèse ne s'identifie pas à celle de Kojève et même s'en écarte d'une façon profonde tant du point de vue des enjeux que de son sens et de son contenu historique. Précisons : pour Kojève l'introduction du dogme de l'Incarnation joue un rôle, je dirais, spécifique en rapport exclusif avec la genèse et le statut de l'œuvre de Copernic associée à la transformation du système aristotélico-ptoléméen et ainsi se croit-il, à l'issue de son raisonnement, en mesure de pouvoir rendre compte directement de l'avènement de la physique mathématique classique d'où l'expression d'« origine chrétienne de la science moderne » ; pour ma

1. Voir également mon étude de cet article (Blay, 2007) et l'étude très complète de Jean-François Stoffel (à paraître).

part, je considère le dogme de l'Incarnation comme constitutif d'une structure originale de la pensée chrétienne en rupture avec le monde grec, une structure qui organise en profondeur, tout en lui donnant son sens, l'imaginaire chrétien de la saisie du monde. Un imaginaire par lequel s'affirme et se constitue une idée chrétienne de la nature, théologico-cosmologique, qui n'est plus celle des anciens quoique le corpus aristotélicien en soit en partie intégré aux XII[e] et XIII[e] siècles principalement par Albert Le Grand (vers 1200-1280) et Thomas d'Aquin (1225-1274). Une idée chrétienne, donc, de la nature qui s'explicite, en particulier, à travers les conceptions ou plutôt les « rencontres » dans le Christ de la lumière et du cosmos. Dans cette perspective l'œuvre de Copernic n'est pas un cas isolé, une situation unique, mais s'inscrit, pour une large part, dans le cadre d'une idée chrétienne de la nature, une idée théologico-cosmologique qui ne débouche pas directement sur l'avènement de la physique mathématique ; bien au contraire une nouvelle transformation de l'idée de la nature s'impose comme le montrent les travaux de Bruno mais surtout ceux de Galilée et de Descartes, permettant alors, comme nous l'avons montré par ailleurs (Blay, 2013, 2017a, 2017b), via la mécanisation de l'ordre copernicien, l'explicitation de la nouvelle nature mathématique dénommée science moderne. Il n'y a donc pas, pour moi, au sens strict kojévien « d'origine chrétienne de la science moderne ».

Afin de préciser ma thèse il m'incombe d'abord de revenir sur la spécificité du dogme chrétien de l'Incarnation, puis d'en montrer l'intervention dans la construction d'une idée de la nature que l'on peut dire chrétienne, et enfin d'en analyser l'explicitation dans deux moments : celui concernant la lumière à l'époque de Suger et de Saint Bernard, et l'autre portant sur l'œuvre copernicienne.

2. Le dogme de l'Incarnation

Le Verset 14 du Prologue de l'évangile de Jean donne :

> « Et le Logos est devenu chair et il a habité parmi nous et nous avons contemplé sa gloire, gloire comme celle que tient du Père le fils unique, plein de grâce et de vérité. »

Le Logos préexistant, le Logos « auprès de Dieu » qui « était Dieu », le Logos des Versets 1 et 2 du Prologue, est venu dans le monde, il est « devenu chair » sachant qu'il faut comprendre l'expression « est devenu » comme signifiant un événement « advenu » historiquement. Il ne s'agit en aucun cas

d'une divinisation de la chair, mais d'une Incarnation par laquelle le corps est devenu chair vivante, mieux, chair vive : le Logos préexistant qui était Dieu est dans le monde un homme et cet homme, inversement, est le Logos préexistant. Ce Logos devenu chair « a habité parmi nous » : Dieu est parmi ses créatures et l'Incarnation se rend concrète dans l'humanité commune. Par ce Verset 14, Jean souligne qu'il faut comprendre l'Incarnation en son sens le plus radical. Dans cette perspective, il apparaît clairement que Jésus ne délivre pas simplement un message comme le ferait un sage ou un prophète ; il est lui-même en personne le message, un message qui est le Logos. Il convient d'insister sur un autre aspect de ce Verset 14 qui joue un rôle important pour notre thèse. Ainsi la manifestation de la « gloire », sa « contemplation », ne relève pas d'un regard immédiat, disons objectif, mais d'un regard imprégné par la foi (« nous »). En cela cette « gloire » se manifeste, dans et avec le Christ, dans sa chair même, comme présence divine au sein du cosmos, sans être le cosmos. Ainsi pourrons-nous parler dans la suite de cet article de la lumière dans le Christ et du cosmos dans le Christ voire de la nature dans le Christ.

Dans ce cadre bien spécifique la rupture est radicale avec ce qui peut être rassemblé sous la dénomination de philosophie grecque. Comment en effet le concept grec central de Logos peut-il s'accorder avec l'idée éventuelle de son Incarnation, d'autant que la signification de cette Incarnation confère, au regard du verset 4 du Prologue, tout à la fois le salut, le sens de la vie et l'entrée dans le temps ?

> Verset 4 : « En lui était la vie et la vie était la lumière des hommes. »

Afin de saisir la différence entre les Logos, je rappelle le texte du fragment 50 d'Héraclite :

> « À l'écoute, non de moi-même, mais du Logos, il est sage de reconnaître que tout est un. »

Dans la pensée grecque, l'homme a un corps sensible et périssable, soumis au devenir, à la corruption et à la mort tandis que par le Logos (grec), l'homme est en mesure de contempler, du moins après Héraclite, les archétypes intelligibles, son « âme » se détournant alors du monde sensible pour s'unir à l'« universel » dans la contemplation de l'intelligible, voire du Bien et de l'Un pour les Néoplatoniciens. Or, le christianisme, du fait de l'Incarnation du Verbe, le Logos, situe le salut dans le corps ou plus exactement dans la chair sensible qui éprouve, dans ce corps putrescible, mais dont la résurrection, comme celle du Christ, est affirmée. Le Logos chrétien, parce qu'il est Dieu et qu'il s'est incar-

né, devient le médiateur[2] à la fois transcendant et immanent au monde tout en sachant, d'après les Versets 1 et 2 du prologue de l'évangile de Jean qu'il n'est pas, bien évidemment, immanent au « commencement ».

Ainsi l'Incarnation, qui va devenir le dogme de l'Incarnation, corrélativement à celui de la Trinité, découvre le champ imaginaire d'une conception chrétienne radicalement nouvelle de ce qu'on peut appeler un être au monde, voire d'une nouvelle idée de la nature, théologico-cosmologique, dans le Christ et sa « Gloire » qui ne peut plus, de fait, être confondue avec celle des anciens. En effet, par l'Incarnation du Christ, en raison même de son sens, le sensible et l'intelligible, dans le Christ, sont comme amenés, à n'être plus qu'un. Le sens de ces propos doit être précisé. Il le sera par une lecture de certains écrits de Jean Scot Érigène (800/810-ca. 877).

3. De l'Incarnation à une idée chrétienne, théologico-cosmologique, de la nature dans le Christ

Sans nous engager dans une étude systématique de la constitution d'une idée chrétienne de la nature ou de ce qu'on a déjà appelé une pensée théologico-cosmologique chrétienne, je me propose d'examiner à titre d'illustration divers textes de Jean Scot Érigène. Ce dernier unit le monde grec et le monde latin, les écrits de la patristique et ceux du haut Moyen-Âge. Il est venu d'Irlande à la cour de Charles le Chauve où on l'y trouve en 847. Il y retraduit le corpus du pseudo-Denys dont le codex avait été déposé à l'abbaye de Saint-Denis et dont une version latine antérieure, donnée par Hilduin, abbé de Saint Denis entre 827 et 834, apparaissait souvent peu compréhensible. Jean Scot subit donc l'influence de Denys et du néoplatonisme. Il mêle également dans son œuvre principale rédigée entre 864 et 866 le *Periphyseon. De la division de la nature* en 4 livres, des références longues et explicites à Maxime le Confesseur (580-662)[3], à Saint Augustin (354-430) et à Saint Grégoire de Nysse (331/335-395)[4]. Par l'importance théologico-cosmologique de sa démarche,

2. Paul, dans sa première lettre à Timothée : « En effet, il n'y a qu'un seul Dieu ; il n'y a aussi qu'un seul médiateur entre Dieu et les hommes ; un homme, le Christ Jésus, qui s'est donné lui-même en rançon pour tous » (2, 5).
3. Érigène traduit de Maxime le Confesseur les *Ambigua* et les *Quaestiones ad Thalassium* entre 862 et 864 ; traduction en français des *Ambigua* par Emmanuel Ponsoye (1994) et des *Questions à Thalassios* par le même traducteur (1992), ainsi qu'une nouvelle traduction de F. Vinel (2010).
4. Érigène traduit de Gégoire de Nysse le *De hominis Orificio : la création de l'homme* (1982).

qui vise à redéfinir les rapports entre la philosophie et la théologie en y plaçant la rationalité en son centre, il ouvre la voie à la scolastique occidentale ou pour le moins en fait figure d'annonciateur. Alain de Lille (1128-1203), par exemple, poursuit son œuvre dans le sens d'une science théologique à partir de la grammaire et de la logique.

Le *Periphyseon*[5] se présente sous la forme d'un dialogue entre deux personnages un « maitre nourricier », *Nutritor* et son élève *Alumnus*. En outre les livres III et IV constituent une sorte d'exégèse des Six jours de la création et peuvent comme être extraits de l'ensemble de l'ouvrage. Dans le Livre IV précisément, Jean Scot, fait référence à l'idée d'une « nature » chrétienne, c'est-à-dire, à une « nature » assujettie à une Nature suressentielle (Dieu). Nature et Nature suressentielle ou surnature forment un tout :

> « Le but et le thème principal de notre philosophie de la Nature a d'abord consisté à prouver que la cause increéée et créatrice de tous les existants et de tous les non-existants correspond à l'unique Origine et à l'unique Source de Tout ce qui existe, qui ne procède elle-même de rien, alors que tous les existants procèdent d'elle, qui est la Trinité Coessentielle en trois personnes, qui est αναρχος, c'est-à-dire sans principe en elle-même, mais qui est aussi le Principe et la Fin de tous les existants, l'unique Bonté, l'unique Dieu coessentiel et suressentiel, est une Nature [...] c'est-à-dire une Nature suressentielle. » (Érigène, 1995, p. 51 [Livre IV, 741C]).

Nature et Nature suressentielle où s'efface, avec l'importance accordée à la création, la conception grecque de la Nature, mais qu'advient-il de l'Incarnation et de l'union du sensible et de l'intelligible dans le Christ qui nous intéresse ici au premier chef ?

Dans le Livre II Jean Scot souligne, suivant sa conception du péché originel, que ce dernier a fractionné l'homme et l'a divisé en deux sexes, mais ce n'est pas tout car, s'il n'avait pas péché, « le globe habité n'aurait pas été séparé en lui du Paradis, mais toute la nature terrestre serait devenue en lui Paradis, c'est-à-dire une terre et une demeure spirituelle ; le ciel et la terre n'auraient pas été séparés en lui — car l'homme aurait été tout entier céleste et rien de terrestre, ni rien de pondérable, ni rien de corporel ne serait apparu en lui ; l'homme aurait subsisté et il se serait multiplié jusqu'au nombre déterminé d'avance par son créateur, sous un mode analogue à celui sous lequel les anges à la fois subsistent et se multiplient ; la nature sensible n'aurait pas été distincte en l'homme de

5. Nous utilisons la traduction de Francis Bertin (1995).

la nature intelligible, car l'homme aurait été tout entier un intellect qui aurait adhéré sous un mode perpétuel et irrévocable, à son Créateur et l'homme ne se serait en aucun cas écarté de ses causes primordiales dans lesquelles il fut créé ; et toute la création qui a été créée dans l'homme n'aurait subi en lui aucune division. » (Érigène, trad. 1995, p. 299 [Livre II, 536C])[6].

Ces divisions de la nature ou les dualités théologico-cosmologiques qui résultent du péché originel n'auraient pas dû se produire puisque Dieu aurait fait de l'homme, en lui, une sorte d'agent unificateur :

> « Toutes les créatures qui ont été créées par Dieu confluent dans la nature humaine et composent une harmonie unique formée de natures différentes comme de sons différents, "de telle sorte que, par une unification destinée à récapituler toutes les créatures jusqu'à Dieu en tant que Cause, en partant d'abord de sa propre division" et "en poursuivant ensuite par les divisions intermédiaires en une récapitulation graduelle jusqu'à Dieu, l'homme aurait dû atteindre le terme de son ascension réalisée par l'unification de toutes les créatures en passant dans Celui en qui n'existe aucune division". » (Érigène, trad. 1995, pp. 291-292 [Livre II, 530D-531A])[7].

Cependant :

> « Le premier homme renonça à demeurer dans cet état de félicité et (qu') il préféra déchoir par orgueil, et puisque l'unité de la nature humaine se dispersa en divisions et en diversités infiniment nombreuses, la clémence divine décida que naîtrait dans le monde un homme nouveau et issu du monde, c'est-à-dire un homme issu des hommes pour le salut des hommes, en qui cette nature, qui dans le vieil homme avait été divisée, serait ramenée à son unité originelle. » (Érigène, trad. 1995, p. 299 [Livre II, 536C-536D]).

C'est parce que « Dieu devint homme »[8] qu'il devint possible de sauver l'homme en perdition « en réunifiant par Lui-même universellement en tout les fissures de la nature qui sont contraires à la nature, et en remanifestant universellement les raisons normatives initialement prévues des existants séparés qui ont été divisés, par lesquelles l'unification des existants séparés devait adve-

6. On notera qu'à la création il y a déjà l'homme et la femme, c'est donc que Dieu a prévu le péché, mais aussi son rachat. La division des sexes est un remède.

7. La citation interne : Maxime le Confesseur, 1994, I *Ambigua*, XXXVII, PG (Patrologie grecque) 91, 1305C.

8. Érigène, trad. 1995, p. 299 [Livre II, 537A] et Maxime le Confesseur, trad. 1994, I, *Ambigua*. xxxvii, PG 91, 1309B.

nir, afin de réaliser le grand plan de Dieu le Père en récapitulant », c'est-à-dire en rassemblant, « en lui-même tous les existants qui résident au ciel et tous les existants qui résident sur la terre, Lui en qui tous les existants ont aussi été créés. »[9]

C'est donc pour cette raison, pour retrouver l'unité en partant de la division de l'homme après le péché que : « Le Verbe de Dieu est devenu homme parfait à partir de nous, pour nous et comme nous, en assumant pleinement toutes nos propriétés. » (Érigène, trad. 1995, p. 300 [Livre II, 537B]). En conséquence : « L'unification de toute la création qui se serait réalisée dans le premier homme s'il n'avait pas péché a été effectuée à tous les niveaux dans le Christ dont la Résurrection anticipe la résurrection finale de tous les hommes. » (Érigène, trad. 1995, pp. 300-301 [Livre II, 537C-537D]).

L'Incarnation du Verbe renouvelle le procès d'unification de toutes les natures, procès qui avait été interrompu par le péché originel ou la chute de l'homme quoique ce dernier ne se soit jamais absolument séparé de son principe ou de sa nature humaine et subsiste dans le Christ. Le Christ est un nouvel Adam cosmique qui réunifie successivement toutes les divisions de natures ou, pour le dire autrement, toutes les dualités onto-cosmologiques engendrées par le péché originel.

Le Christ unifie en lui-même dans l'ordre théologique le Paradis et le globe habité :

> « Puis après la Résurrection, le Christ unifia en Lui-même notre globe habité avec le Paradis. Car une fois ressuscité des morts au Paradis, le Christ séjourna en ce monde avec ses disciples, en leur démontrant ouvertement que le Paradis n'est rien d'autre que la gloire de la Résurrection qui se révéla d'abord en Lui et qu'il accordera à tous les croyants, et en leur enseignant que notre globe habité ne comporte pas la moindre différence avec le Paradis selon la raison normative de sa nature. » (Érigène, trad. 1995, p. 301 [Livre II, 538B]).

Il unifie aussi le ciel et la terre, les natures sensibles et les natures intelligibles. En unissant en Lui et en la récapitulant, toute la nature créée, avec la nature incréée ; le Christ en « présence de Dieu » devient aussi le médiateur, « Lui qui en tant que Verbe ne peut jamais en aucun cas se séparer du Père » :

---

9. Érigène, trad. 1995, pp. 299-300 [Livre II, 537 A-537B] et Maxime le Confesseur, I *Ambigua*, XXXVII, PG (Patrologie grecque) 91, 1305C.

> « [M]ais revenons-en à l'unification des natures dans le Christ, "Puis, déclare le maître susnommé, par son Ascension au ciel, le Christ unifia le ciel et la terre et, en retournant au ciel avec ce corps terrestre conaturel au nôtre", c'est-à-dire changé en substance spirituelle, "le Christ nous montra que toute la nature sensible était redevenue une. Puis, en traversant avec son âme et son corps, c'est-à-dire avec notre nature humaine dans son intégralité, successivement tous les ordres célestes et intelligibles, le Christ unifia en Lui les sensibles et les intelligibles, en montrant que la convergence de toute la création dans sa raison principielle universelle est devenue en Lui parfaitement indissociable et immuable. Et enfin, après avoir réalisé *toutes ces unifications sous le rapport de son humanité*", c'est-à-dire d'après sa *nature humaine*, le Christ arrive en présence de Dieu lui-même, en comparaissant pour nous, comme l'indique l'Écriture, devant la face de Dieu le Père en tant qu'homme, Lui qui en tant que Verbe ne peut jamais en aucun cas se séparer du Père. » (Érigène, trad. 1995, pp. 304-305 [Livre II, 540D-541A, *Écriture : He*, 9, 24]).

Il nous semble important de souligner dans ce texte, sans nous attarder plus longtemps sur la pensée complexe et très riche de Jean Scot, le rôle que se trouve amené à jouer le Christ : Il est par excellence celui qui, par son Incarnation et sa Résurrection, permet l'unification de ce qui avait été séparé par le péché originel. Ainsi, dans le Christ, contrairement aux autres religions du Dieu un strictement et absolument transcendant, il devient possible de penser une unité du globe habité et du paradis, du ciel et de la terre, du sensible et de l'intelligible. Avec le Christ « médiateur de Dieu et des hommes »[10] suivant Saint Bernard de Clairvaux (1090-1153), s'annonce comme la possibilité de penser un nouveau monde, un monde unifié en Lui, une sorte de « science » dans le Christ.

Un second point doit également être souligné, celui se rapportant au lien du visible et de l'invisible, un lien qui, bien évidemment, ne peut être séparé de l'Incarnation du Verbe. Ainsi, comme l'écrit Jean Scot :

> « Nous devons comprendre que Dieu et la créature ne constituent pas deux réalités distinctes l'une de l'autre, mais constituent une seule et même réalité. Car c'est par un concours mutuel que la créature subsiste en Dieu, et que Dieu se crée sous un mode extraordinaire et inexprimable dans la créature, en se manifestant Lui-même ; le Dieu invisible se rend alors visible… » (Érigène, trad. 1995, p. 167 [Livre III, 678C]).

10. Saint Bernard de Clairvaux, *Sermones super cantica cantorum*, cité dans Théologiens, 1997, p. 247.

La même thématique se retrouve dans le *Commentaire sur l'Évangile de Jean* rédigé par le même Jean Scot :

> « Pour mettre le comble à la louange de la plénitude du Christ, ces paroles s'ajoutent : "Personne n'a jamais vu Dieu". Et, par le fait de cette invisibilité de Dieu, la nature humaine se trouverait privée de tout bonheur — car la contemplation de Dieu est la vraie béatitude — si la bonté divine ne lui portait pas secours par l'Incarnation du Fils unique qui, dans la chair, c'est-à-dire dans l'humanité totale qu'il a acceptée, non seulement se découvrit lui-même, mais manifesta aux hommes Dieu le Père qui leur était auparavant complètement inconnu… » (Érigène, cité dans Théologiens, 1997, pp. 178-179 [*Commentaire sur l'Évangile de Jean*]).

Dans l'Incarnation, lorsque le Verbe se fait chair, le Dieu invisible devient visible et visible par sa présence au milieu des hommes. Le Christ, en tant que verbe se faisant chair, est donc à la fois celui par lequel et en lequel l'unification des natures se réalise et celui par lequel Dieu se rend visible. Une précision s'impose ici. Le Christ est à la fois le médiateur et celui par lequel l'unité se réalise. On ne doit cependant pas confondre la médiation et l'unité ou les fondre ensemble dans la nature humaine que le Christ sauve car la transcendance doit être préservée contre tout risque de panthéisme et cela sans perdre de vue le salut dans la Trinité (contre l'arianisme).

De l'ensemble de ces textes surgit comme une idée chrétienne, théologico-cosmologique, de la nature où, via l'Incarnation, la dichotomie du sensible et de l'intelligible s'efface, ou, plus exactement s'efface en s'unifiant dans le Christ, Dieu visible. Comment « voir » ou plus exactement « vivre » l'unité des natures dans le Christ, rejoindre le Dieu visible ?

Prenons l'exemple de la liturgie et des rites, ils constituent précisément le lieu de la rencontre entre Dieu et les hommes à partir, entre autres, de l'activation de la dimension sensorielle[11]. De telle sorte que par cette activation sensorielle chacun peut se trouver dans un état de perception qui le conduit à oublier pour ne plus sentir ou vivre qu'une présence qui est aussi présence car le chrétien s'ouvre à cette présence, l'accueille. Le Dieu visible devient rencontre et la nature, dans le Christ, s'offre, par-delà l'immédiatement donné, comme unité.

La liturgie ouvre ainsi, par cette dimension sensorielle, le champ d'une relation possible entre le sensible et l'intelligible, le visible et l'invisible, une relation ou plutôt — comme nous l'avons vu plus haut — une unification dans le

11. Sur ce point, voir en particulier Palazzo (2014).

Christ. Ou, pour le dire autrement, il y a Incarnation du Verbe dans les objets de la liturgie et, en un certain sens, ces objets sont ce qu'ils représentent : ils présentifient le divin, ils ne le représentent pas. Dans le mystère de la transsubstantiation qui devient un dogme en 1215 au quatrième Concile de Latran et confirmé au Concile de Trente (1545-1563) ce sont réellement et substantiellement que le corps et le sang du Christ sont présents et non symboliquement.

Ainsi se constitue ce que l'on peut appeler une idée chrétienne, théologico-cosmologique, de la nature puisque l'Incarnation découvre la possibilité d'aller vers le Dieu visible, vers l'unité qui est la vérité dans le Christ. L'idée chrétienne de la nature offre par la même comme un chemin de l'immanent vers le transcendant. C'est précisément ce chemin associé à l'idée chrétienne de nature, unifiée dans le Christ et sa Gloire, qui va s'expliciter dans la conception ou plutôt la « rencontre » chrétienne avec « la » lumière de Suger et avec « le » cosmos de Copernic.

4. Une conception chrétienne de la lumière

La lumière est Dieu pour Guillaume de saint Thierry (env. 1085-1148)[12]. L'œuvre d'art, l'architecture, la joaillerie sont au XIIe siècle renoncement à l'obscur, mouvement vers la lumière. De quelle lumière et de quel mouvement s'agit-il ?

Dans l'église du monastère de Saint-Denis-en-France, dont les successeurs de Clovis, depuis Dagobert, avaient choisi de faire leur nécropole l'abbé Suger (vers 1081-1151) a conçu, par l'ordonnance d'une nouvelle esthétique architecturale, un nouveau rapport à la lumière. Il a construit la demeure d'une lumière qui induit un « vivre » comme tension vers l'unité dans le Christ ; d'une lumière qui ouvre vers Dieu, une lumière de l'Incarnation, un élan vertical. Ainsi, comme le note très justement Georges Duby dans son *Europe des cathédrales (1140-1280)*, en résumant la portée de l'œuvre de Suger :

> « Enfin, toutes ces images, celles du porche, celles des vitraux, celles qui ornent la croix d'or et le trésor qui l'environne démontrent ce qui fait le fond de la théologie de Suger : l'Incarnation [...]. À Saint-Denis, toutes les richesses du monde sont rassemblées pour honorer l'Eucharistie, et c'est par le Christ que l'homme pénètre dans les

12. Guillaume de Saint Thierry, *De la nature et de la dignité de l'amour*, cité dans Amours plurielles, 2006, p. 47.

> lumières du sanctuaire. L'art nouveau dont Suger fut le créateur est une célébration du Fils de l'homme. » (Duby, 1966, p. 17).

Cette célébration lumineuse du fils de l'homme repose sur la place nouvelle et centrale accordée à l'Incarnation que ce soit pour Saint Bernard lorsqu'il accepte de reconstruire Clairvaux en 1134 et de s'engager dans le mouvement cistercien ou pour Suger comme nous l'avons signalé et comme nous y revenons maintenant.

En cette première moitié du XIIe siècle, l'Occident chrétien renaît, s'invente, dans l'horizon des lumières « nouvelles » de Saint Denis sous l'impulsion de son abbé, le très puissant abbé Suger. Qu'est-ce que l'horizon des lumières « nouvelles » de Saint Denis ?

L'agrandissement de l'église de Saint Denis s'imposait puisque, comme le rappelle Suger dans son *Écrit sur la consécration de Saint-Denis*, « l'accroissement du nombre des fidèles qui venaient fréquemment implorer les suffrages des saints » amenait « tant de désagréments que bien souvent les jours de fête, remplie à l'excès, elle rejetait par toutes ses portes le trop-plein des foules qui y accouraient et non seulement elle empêchait les arrivants d'entrer mais forçait ceux qui étaient déjà entrés à sortir sous la pression de leurs devanciers » (Suger, trad. 2008, p. 9 [*Écrit sur la consécration de Saint-Denis*]). Il n'en reste pas moins que ce sont des considérations philosophiques et théologiques, associées sans conteste à une vive intelligence pratique, qui conduisent l'Abbé à la véritable transformation de son église. Cette transformation est nourrie à la fois par les thèses néo-platoniciennes du Pseudo-Denys et par l'importance nouvelle qu'il accorde au Christ et à l'Incarnation. Les deux aspects se rejoignent alors, si l'on peut dire, dans une Incarnation christique de la lumière ou plus exactement dans l'invention d'un chemin par lequel s'ouvre la possibilité d'une rencontre de « la » lumière, de la lumière vraie et unifiée dans le Christ.

Suger fut sans doute très jeune initié à la pensée néo-platonicienne du Pseudo-Denys, auteur de *De hierarchia celesti*, connu très tôt en Occident. La pensée du Pseudo-Denys, comme le rappelle Françoise Gaspari, « repose sur une théologie mystique, l'image du foyer primordial de la Lumière, duquel sort un rayon qui traverse et transfigure la matière et permet à l'homme, par la contemplation de la matière transfigurée, de remonter *more anagogico*, des *visibilia* aux *invisibilia*, des réalités terrestres aux réalités divines : le monde créé se divise donc en deux univers qui correspondent au sensible et à l'intelligible, d'où l'importance, pour Suger, des inscriptions permettant de passer d'un univers à l'autre, des allégories et de la symbolique, de la matière envahie et traversée de

lumière. » (Gaspari, dans Suger, 2008, p. XXXIII [Introduction]). On lit dans *La Hiérarchie céleste* du pseudo-Denys :

> « Que toute illumination divine, descendant avec bonté et selon divers modes jusqu'aux objets de sa providence, n'en demeure pas moins simple, et qu'en outre elle unifie ce qu'elle illumine. » (Pseudo-Denys, trad. 1943, p. 185).

Et un peu plus loin dans ce même texte :

> « Il convient donc, à mon sens, que les purifiés se dépouillent de tout mélange, se libèrent de la moindre trace de dissemblance, que les illuminés reçoivent la plénitude de la lumière divine, qu'ils s'élèvent par les yeux très saints de l'intelligence jusqu'à ce qu'ils aient acquis le pouvoir et la puissance de contempler, que les parfaits enfin, ayant abandonné toute imperfection, aient part à la science perfectionnante des initiés. Et il convient d'autre part que les purificateurs, grâce à la surabondance de leur pureté, communiquent aux autres une part de leur propre chasteté ; que les illuminateurs, intelligences plus transparentes que les autres et capables par elles-mêmes tout ensemble de participer à la lumière et de retransmettre cette participation, dans la bienheureuse splendeur d'une sainte plénitude, répandent cette lumière de toute part débordante sur ceux qui en sont dignes [...]. » (Pseudo-Denys, trad. 1943, pp. 197-198).

Ainsi, dans la perspective du Pseudo-Denys que l'on retrouve chez Jean Scot, chaque créature reçoit et transmet la lumière divine selon l'ordre établi dans l'échelle des êtres, c'est-à-dire suivant le niveau auquel la pensée de Dieu les a placés. Tous les êtres sont alors inondés par cette sorte de cascade lumineuse se répandant comme de vasque en vasque, émanant de l'être premier qui instaure une cohésion entre les êtres dans une chaîne continue de réflexion, de transmission et d'irradiation. Par la contemplation de la matière transfigurée par la lumière, l'homme peut remonter par degrés vers l'être invisible et ineffable qui est la source de tout. Une remontée qui, des réalités terrestres et matérielles aux réalités divines, s'effectue par une succession d'analogies et de concordances, *more anagogico*. Ce que Suger résume d'ailleurs dès les premières lignes de son *Écrit sur la consécration de Saint-Denis* :

> « La puissance prodigieuse d'une raison unique, singulière et suprême, égalise en l'harmonisant la disparité du divin et de l'humain ; et les choses qui paraissent entre elles contradictoires par l'infériorité de [leur] origine et l'opposition de [leur] nature, elle seule les unit par l'heureux accord d'une harmonie mesurée, unique et supérieure. » (Suger, trad. 2008, p. 3 [*L'œuvre administrative*]).

C'est dans ce cadre de pensée que se trouve la clé de la nouveauté de la construction de Saint-Denis par Suger et la genèse d'une pensée théologique et philosophique originale où peut se découvrir la rencontre de « la » lumière dans le Christ.

La construction, requérant « instruments géométriques et arithmétiques » (Suger, trad. 2008, p. 27), sur laquelle nous ne reviendrons pas ici, cela étant bien connu[13], fait la part belle aux verrières, aux vitraux et donc à la lumière inondant les lieux de prière et de méditation, mais aussi aux pierres, cristaux et autres gemmes qui, par leur beauté et leur lumière transfigurée, conduisent vers la lumière divine. Suger est sur ce point on ne peut plus précis, clair et proche du Pseudo-Denys[14] lorsqu'il écrit :

> « Ainsi lorsque, dans mon amour pour la beauté de la maison de Dieu, la splendeur multicolore des gemmes me distrait parfois de mes soucis extérieurs et qu'une digne méditation me pousse à réfléchir sur la diversité de saintes vertus, me transférant des choses matérielles aux immatérielles, j'ai l'impression de me trouver dans une région lointaine de la sphère terrestre, qui ne résiderait pas toute entière dans la fange de la terre ni toute entière dans la pureté du ciel et de pouvoir être transporté, par la grâce de Dieu, de ce [monde] inférieur vers le [monde] supérieur suivant le mode anagogique. » (Suger, trad. 2008, p. 135 [*Écrits sur la consécration*])[15].

De même, déjà, un peu plus haut dans ce même texte :

> « Combien ce lieu est secret, combien il est apte au recueillement, propice à la célébration des offices divins, ceux qui y servent Dieu le savent, comme si, pendant qu'ils sacrifient, leur demeure était déjà en quelque sorte dans les cieux. » (Suger, trad. 2008, p. 115 [*Écrits sur la consécration*]).

Par la contemplation de la lumière émanant des vitraux et des multiples gemmes, par cette lumière nouvelle, comme transfigurée se dessine un chemin du matériel vers l'immatériel par lequel chaque homme peut, suivant le mode

13. Voir en particulier l'importante bibliographie donnée par Françoise Gaspari dans Suger, 2008, pp. LXVII-LXXXII.
14. On lit dans *La hiérarchie céleste* : « Il me semble de plus que chaque partie du corps humain peut nous fournir maintes images qui s'appliquent parfaitement aux puissances célestes. On peut dire que les facultés visuelles signifient leur tendance à s'élever en pleine clarté vers les lumières divines aussi bien que la façon dont elles reçoivent impassiblement les illuminations théarchiques en toute simplicité, avec souplesse, sans résistance, dans un envol rapide et pur » (Pseudo-Denys, trad. 1943, p. 238).
15. Voir également Suckale, 1989, pp. 46-47 particulièrement.

anagogique, pour ainsi dire avoir sa demeure dans les cieux, dans le Christ, « contempler sa gloire ». C'est la raison pour laquelle Suger fait graver les vers suivants sur les portes centrales :

> « L'œuvre noble resplendit, mais que cette œuvre qui brille dans sa noblesse illumine les esprits afin qu'ils aillent, à travers de vraies lumières, vers la vraie lumière où le Christ est la vraie porte. » (Suger, trad. 2008, p. 117 [*Écrits sur la consécration*]).

Ainsi des « vraies lumières » vers la « vraie lumière » :

> « L'esprit engourdi s'élève vers le vrai à travers les choses matérielles et, plongé d'abord dans l'abîme, à la vue de cette lumière il ressurgit. » (Suger, trad. 2008, p. 117 [*Écrits sur la consécration*]).

Les multiples lumières pénétrant et traversant l'église sont celles par lesquelles se découvre la vraie lumière, la lumière dans le Christ qui illumine le monde et par laquelle l'esprit resurgit. C'est dans l'église comme une présence du Verset 4 du Prologue de l'évangile de Jean. Ainsi l'idée chrétienne théologico-cosmologique de la nature découvre un chemin vers le vrai, le vrai dans le Christ (Verset 14 du Prologue de Jean), le Dieu visible, celui de l'unité : la lumière de l'église de Suger est ce chemin qui nous transporte de l'immanent vers le transcendant, vers la lumière unifiée dans le Christ. Georges Duby précise :

> « Selon les hiérarchies de Denys, le plus humble des humains ne participe-t-il pas à la lumière de Dieu et à sa gloire ? La basilique de Saint-Denis exprime un christianisme qui n'est plus seulement musique et liturgie, qui devient théologie. Une théologie de la Toute-Puissance, mais plus encore de l'Incarnation. L'œuvre de Suger s'établit pour cela dans une dimension nouvelle, celle de l'homme illuminé. » (Duby, 1966, p. 19).

La lumière de Suger explicite l'idée chrétienne, théologico-cosmologique, de la nature en devenant le chemin par lequel peut s'accomplir la rencontre dans le Christ de la vraie lumière unifiée. Une lumière assurément nouvelle, puisque « vue » dans le Christ en contemplant sa « gloire ». La lumière était, dans l'Antiquité, en dehors des théories spécifiques de la vue, susceptible d'être appréhendée sous la rubrique sensible des techniques ou plutôt « des artifices ». Elle pouvait ainsi entrer dans des opérations strictement et seulement techniques (perspective, catoptrique). Elle revient, avec Suger, sous la rubrique d'une présence et d'une unification dans le Christ. Lumières, sans doute, dans les deux cas, mais lumières bien différentes, substantiellement différentes. La nouvelle lumière que je dénommerai « chrétienne » participe d'une réunifica-

tion dans le Christ des natures séparées. Elle est, par elle-même, du fait de cette unité dans le Christ, intelligible dans son être même et non plus seulement sensible et susceptible, dans son apparaître sensible, d'être décrite par des « artifices ». Quelque chose de nouveau se dessine, émerge sur un fond théologico-cosmologique. L'invisible devient, par le Christ ou par le Verbe fait chair — le Logos incarné — visible, d'une visibilité qui n'est pas qu'un apparaître, mais un intelligible incarné, une présence vécue. La lumière dans son approche sensible décrite par le géométrique des « artifices » est remplacée par une lumière ontologiquement intelligible.

Les importants travaux effectués sur la lumière au XIIIe siècle par les Franciscains d'Oxford, très attachés à la lecture du texte sacré, principalement Robert Grosseteste (1175-1253) et Roger Bacon (1210 ou 1214-1294), ne peuvent être compris que dans ce cadre de pensée. Ces travaux, prolongés par ceux de Jean Peckham (1230-1292) et de Witelo, sont remarquables. Ils reprennent et approfondissent sans aucun doute les « artifices » des anciens, que ce soit ceux du monde grec ou de la terre d'Islam, mais sur un fond théologico-cosmologique qui en transforme radicalement les enjeux et la portée. Où, pour le dire autrement, la connaissance qui est acquise, si elle appartient bien au champ de la pratique technique ou savante (au sens des Arts), engage tout autant, sans la moindre discontinuité puisqu'elle lui est unie, jusqu'aux formes les plus élevées de l'intellect dans une sorte d'harmonie où la contemplation de la lumière sensible conduit à la lumière intelligible (dans et par le Christ) puis à Dieu. Il y a union des natures dans la lumière, par le Christ et le Verbe incarné. La rupture avec le monde ancien, quoique ce monde résonne encore dans les textes, est bien consommée dans l'ordre de la pensée, mais surtout dans l'ordre de la présence de chacun sur terre parce qu'il y va de son salut.

Nous pouvons maintenant éclairer d'une nouvelle lumière et d'un nouveau sens l'œuvre copernicienne.

5. Une conception chrétienne du cosmos

Dans les premières lignes du livre premier *Des révolutions des orbes célestes*, Nicolas Copernic (1473-1543) précise :

> « Qu'y a-t-il en effet de plus beau que le ciel qui contient assurément tout ce qui est beau ? C'est ce que proclament les noms mêmes *caelum* et *mundus*, celui-ci indiquant la pureté et l'ornement, celui-là la perfection de la forme. C'est par la suite de sa splendeur si haute

> que la plupart des philosophes l'ont appelé : Dieu visible » (Copernic, 1543/1970, p. 51 [livre 1er)[16].

Mon analyse centrée sur l'idée chrétienne, théologico-cosmologique, dans le Christ, de la nature que nous avons circonscrite à partir de l'œuvre de Suger permet d'éclairer d'un jour nouveau le sens et la portée du travail de Copernic. L'ordre copernicien du cosmos doit être compris comme un ordre dans le Christ, dans l'unité du sensible et de l'intelligible, dans l'unité du Dieu visible. Comment construire le chemin qui conduit, non plus vers « la » lumière dans le Christ de Suger, mais vers « le » cosmos dans le Christ ?

La pensée copernicienne se trouve, d'entrée de jeu, happée par l'évidence de la beauté céleste au sens de ce qu'était la beauté chez les Anciens. Il ne s'agit pas ici d'esthétique comme on l'envisage depuis la fin du XVIIIe siècle et comme on pourrait l'interpréter naïvement aujourd'hui, mais d'une beauté qui a à voir avec la structure même de ce qui est, de l'être, une beauté permettant d'atteindre le Bien, mais aussi, dans le christianisme, une beauté par laquelle se prouve l'existence et la présence de Dieu. Et Copernic d'écrire dans le livre premier :

> « Est-ce que ce n'est pas en vain que le psalmiste divin se serait dit "réjoui par l'œuvre de Dieu et ravi par l'ouvrage de ses mains" si par ces moyens, comme par quelque véhicule, nous n'étions conduits à la contemplation du bien suprême ? » (Copernic, 1543/1970, p. 52).

Nous sommes « conduits à la contemplation du bien suprême », de la « gloire » du Christ, mais quel chemin emprunter pour rejoindre ce « bien suprême » ou plus exactement comment organiser un cosmos qui puisse nous conduire à ce « bien suprême », un cosmos dans le Christ ?

La beauté, les anciens l'ont déjà reconnu, repose sur la perfection de l'intelligible et de son immobilité, un intelligible donc, qui va se donner à travers la sphéricité, la circularité et l'uniformité des mouvements célestes — uniformité toujours soulignée par Copernic — puisque la circularité et la régularité de ces mouvements doivent être comprises comme une perfection, une immobilité de l'être. Cette sphéricité et cette circularité, toute d'harmonie, constituent donc par excellence la forme qui doit appartenir aux corps divins, dans l'ordre chrétien, puisqu'il s'agit, dans une sorte de mystique du cosmos, de traiter « des révolutions du monde divin et du cours des astres, des dimensions, distances, lever et coucher et des causes des autres phénomènes et qui, enfin, expliquent la

16. Nous utilisons ici, comme par la suite, la réédition (1970) de la traduction d'Alexandre Koyré (1934). Voir également Blay (2017b) et Copernic (2015).

forme entière », une forme telle « que la plupart des philosophes l'ont appelé : Dieu visible » (Copernic, 1543/1970, pp. 50-51).

Cette beauté, comme un « Dieu visible », le Christ — nous y reviendrons — doit être révélée, expliquée, être à la source précisément d'un cheminement vers le « Dieu visible » qui permet d'aller vers l'invisible, Dieu. Comment la beauté du monde se révèle-t-elle pleinement ? Comment, en un certain sens, la donner à voir, à vivre ? Comment rendre visible l'invisible et pour cela saisir l'intelligible à partir du sensible ou plutôt par-delà le sensible ?

La réponse à ces questions, des questions portant sur l'évidence céleste de la beauté, ne peut se trouver qu'en révélant la perfection des cieux, c'est-à-dire leur beauté. Comment rendre possible cette révélation ?

Dans un premier temps, Copernic affirme « que le monde est sphérique » :

> « Tout d'abord il faut remarquer que le monde est sphérique, soit parce que cette forme est la plus parfaite de toutes, totalité n'ayant besoin d'aucune jointure ; soit parce qu'elle est la forme ayant la capacité la plus grande, qui convient le mieux à tout contenir et tout embrasser ; soit aussi parce que toutes les parties séparées du monde, je veux dire le soleil, la lune et les étoiles, sont vues sous cette forme ; soit parce que toutes choses tendent à se limiter ainsi comme il apparaît dans les gouttes d'eau et d'autres corps liquides, lorsqu'ils tendent à se limiter par eux-mêmes. C'est pourquoi personne ne mettra en doute que cette forme n'appartienne aux corps divins » (Copernic, 1543/1970, pp. 56-57).

Cette forme parfaite, divine, Copernic se doit, pour révéler la beauté dans le Christ, de l'attribuer nécessairement à la terre. Il le fait dès les premières lignes du chapitre 2 :

> « Que la terre aussi est sphérique
>
> La terre également est sphérique, car de tous les côtés elle s'appuie sur son centre » (Copernic, 1543/1970, p. 58).

Qu'une forme sphérique, parfaite, soit attribuée à la terre ne peut que surprendre au regard de ce que nous pensons et observons. Un simple coup d'œil autour de nous révèle vallées et montagnes. Or, c'est bien de l'existence d'une terre parfaitement sphérique dont souhaite nous entretenir Copernic. Il précise dans les lignes suivantes :

> « Toutefois la sphéricité parfaite n'est pas vue immédiatement, par suite de la grande hauteur des montagnes et de la dépression des

> vallées, qui cependant modifient à peine la rotondité totale de la terre. » « (*Tametsi absolutus orbis non statim videatur* [...]) » (Copernic, 1543/1970, p. 58).

Suit alors un ensemble de remarques et constatations diverses, occupant la fin du chapitre 2 et le chapitre 3 et dont le seul objet est d'établir ou de nous convaincre de la parfaite sphéricité de la terre. Le chapitre 3 se termine alors en ces termes :

> « Par conséquent, la terre n'est pas plate, ainsi que le pensaient Empédocle et Anaximène ; ni un tambour comme le pensait Leucippe ; ni scaphoïde comme le croyait Héraclite ; ni évidée d'une autre manière comme l'estimait Démocrite ; ni un cylindroïde comme le voulait Anaximandre ; elle n'est pas non plus infinie dans sa partie inférieure, s'élargissant vers le bas, comme l'estimait Xénophane, mais d'une sphéricité parfaite ainsi que le pensaient les philosophes » (Copernic, 1543/1970, pp. 65-66).

La Terre n'est donc plus la terre plus ou moins ronde, cette terre dont Ptolémée disait simplement dans son *Almageste* qu'elle avait, au regard de la perception sensible (*aisthésis*), la figure d'un sphéroïde. Non, la terre est maintenant une terre à la sphéricité parfaite, quoique cette perfection, comme le souligne précisément Copernic, ne soit pas vue immédiatement. C'est donc bien à une perfection d'un autre ordre — un ordre indépendant du recours au sensible — à une perfection d'un ordre divin, « intelligible », à laquelle Copernic, s'opposant à Ptolémée, fait ici référence au sujet de la sphéricité de la terre. Ainsi la perfection divine des cieux participe aussi à celle de la terre par une forme géométrique d'une parfaite sphéricité.

La forme géométrique sphérique parfaite copernicienne, en devenant aussi celle de la terre, réalise donc au sens plein du terme, dans le Christ, une union des contraires par laquelle la Terre est à la fois une terre et une planète ou un astre parmi les autres au sein de l'ordre divin. Des astres que, nécessairement, maintenant, en raison de sa nouvelle parfaite sphéricité, la Terre doit rejoindre dans le mouvement circulaire orbital parfait. En effet, « la mobilité [propre] de la sphère est de tourner en rond ; par cet acte même, tandis qu'elle se meut uniformément en elle-même, elle exprime sa forme, celle du corps le plus simple où l'on ne peut trouver ni commencement ni fin, ni distinguer l'un de l'autre » (Copernic, 1543/1970, p. 67 [chap. 4]).

Le mouvement de la terre est l'objet du chapitre 5 :

> « Il a été démontré déjà que la Terre a la forme d'un globe ; j'estime qu'il faut examiner maintenant si un mouvement suit également de sa forme et quel est le lieu qui lui revient dans l'Univers ; sans quoi on ne saurait trouver la raison certaine des apparences célestes » (Copernic, 1543/1970, p. 72 [chap. 5]).

Suit un ensemble de démonstrations visant à conclure que la Terre, parfaitement sphérique, possédant la même forme circulaire que les astres, « constitués dans l'ordre du meilleur » (chap. 4), est donc soumise aux mêmes lois que ces derniers et constitue donc avec eux un seul monde. Il est important de remarquer que la Terre n'est plus la Terre, mais une Terre à la fois terrestre et divine, dans l'unité christique des contraires, car elle reste pour l'homme une Terre, mais, si l'on peut dire, une Terre « céleste » et, sous ce rapport, les expériences terrestres relatives, en terme moderne, à la force centrifuge ne s'appliquent pas, bien évidemment, au mouvement de la Terre. Les critiques portant sur la dislocation de la terre en rotation tombent d'elles-mêmes.

> « Ptolémée n'a donc pas besoin de craindre que la terre et toutes les choses terrestres soient détruites par la rotation, produite par l'action de la nature, qui est très différente de celle de l'art ou de celle qui peut résulter de l'industrie humaine » (Copernic, 1543/1970), p. 90 [chap. 8]).

La terre, comme on vient de le montrer, est à la fois dans le Christ sensible et intelligible, ou plus exactement humaine et spirituelle. C'est en se plaçant à l'intérieur de l'idée chrétienne, théologico-cosmologique, de la nature que Copernic a pu percevoir ou vivre cette unité qui ne l'avait pas été précédemment. Une unité qui, bien au contraire, était, au sens strict, impensable, dans le cadre de la structure dichotomique ontologique du ciel et de la terre, de l'intelligible et du sensible, de l'être et du devenir, propre au monde ancien.

La beauté et l'unité sont données dans le Christ, « Dieu visible », dans la construction d'un ordre nouveau, devenu « temple splendide », contemplation de la « gloire » du Christ, de telle sorte que cet ordre nouveau, céleste et divin, incorporera dorénavant la Terre dans son mouvement.

> « […] la première loi restant admise — personne en effet n'en proposera de plus convenable — que, notamment, la grandeur des orbes est mesurée par la grandeur des temps, l'ordre des sphères en résulte, en commençant par le plus haut, de la façon suivante.
>
> La première et la plus haute de toutes est la sphère des étoiles fixes qui contient tout et se contient elle-même ; et qui, par cela même, est immobile. C'est assurément le lieu de l'Univers auquel se rap-

> portent le mouvement et la position de tous les autres astres. Car, si certains pensent qu'elle aussi se meut de quelque manière, nous par contre [ne l'admettons pas et] lors de la déduction du mouvement terrestre, nous montrerons la cause par laquelle il apparaît ainsi. Suit la première des planètes, Saturne, qui accomplit son circuit en 30 ans. Après lui Jupiter, qui accomplit sa révolution en 12 ans. Puis Mars la fait en 2 ans. La quatrième place de la série est occupée par la révolution annuelle de l'orbe, dans lequel est contenue la terre avec l'orbe de la lune. En cinquième lieu, Vénus, qui revient en 9 mois. Enfin le sixième lieu est occupé par Mercure qui tourne en un espace de 80 jours. Et au milieu de tous repose le Soleil. En effet, dans ce temple splendide qui donc poserait ce luminaire en un lieu autre, ou meilleur, que celui d'où il peut éclairer tout à la fois ? » (Copernic, 1543/1970, pp. 113-115 [chap. 10]).

Les astres « dans ce temple splendide » sont animés d'un mouvement circulaire autour d'un centre de rotation sans que celui-ci soit au sens strict le Soleil : « Il convient donc de concevoir le mouvement autour du centre (circulaire) d'une façon plus générale, et se contenter de ce que chaque mouvement se rapporte à son propre centre ». De même, un peu plus loin : « Ce qui veut dire que le centre de leurs orbes se trouve près du Soleil » (Copernic, 1543/1970, p. 110). Ce faisant, Copernic « rapporte les mouvements des autres astres et de tous les orbes à la mobilité de la Terre » (Copernic, 1543/1970, p. 46).

Le Soleil repose donc au centre du monde, non pas au centre des mouvements circulaires, mais au centre de la sphère des fixes :

> « On admettra enfin que le soleil lui-même occupe le centre du monde. Toutes ces choses, c'est la loi de l'ordre dans lequel elles se suivent les unes les autres, ainsi que l'harmonie du monde, qui nous les enseigne, pourvu seulement que nous regardions les choses elles-mêmes pour ainsi dire des deux yeux » (Copernic, 1543/1970, p. 102).

Les deux yeux, du sensible et de l'intelligible, de ce qui est vu dans le monde et de ce qui est perçu dans le Christ forment comme un regard unique. Le chemin qui conduit au cosmos dans le Christ, au « Dieu visible » est construit et vécu. Quant au Soleil, il éclaire et illumine le monde d'une lumière qui ne manque pas de rappeler les lumières, présentes, célestes et terrestres, de l'Abbé Suger dans son église de Saint-Denis :

> « Et au milieu de tous [les astres] repose le soleil. En effet, dans ce temple splendide qui donc poserait ce luminaire en un lieu autre, ou meilleur, que celui d'où il peut éclairer tout à la fois ? Or, en vé-

> rité, ce n'est pas improprement que certains l'ont appelé la prunelle du monde, d'autres Esprit [du monde], d'autres enfin son Recteur. Trismégiste l'appelle Dieu visible. L'Electra de Sophocle l'Omnivoyant. C'est ainsi, en effet, que le Soleil, comme reposant sur le trône royal, gouverne la famille des astres qui l'entourent » (Copernic, 1543/1970, p. 116).

Le Soleil, par sa lumière dans le Christ, gouverne l'ordre céleste des planètes, non pas bien évidemment dans un sens mécanique, mais dans celui d'une hiérarchie lumineuse des êtres dont on peut dire que, dans cette hiérarchie, il possède une place plus élevée que celle des planètes puisque ces dernières ne font que réfléchir sa lumière. Les fixes se situent elles aussi à un autre niveau d'être :

> « En effet, le scintillement de leurs lumières démontre qu'il y a encore un grand espace entre la plus haute des planètes, Saturne, et la sphère des fixes. C'est par cet indice-ci qu'elles se distinguent profondément des planètes, puis donc qu'il convient qu'entre les mues et les non mues il y ait la plus grande différence. Tellement parfaite, en vérité, est cette fabrique divine du meilleur et suprême Architecte » (Copernic, 1543/1970, p. 118).

6. Conclusion

Au regard de ces analyses peut-on en conclure que s'y révèle ce qu'on appelle l'« origine chrétienne de la science moderne » ? Assurément non. En effet si la science moderne se caractérise, en particulier, par l'avènement d'une physique mathématique, il apparaît que nous en sommes ici bien loin. C'est oublier en effet que va s'élaborer entre les mains de Galilée et de Descartes, principalement, une nouvelle idée de la nature qui va se substituer à celle chrétienne, théologico-cosmologique, dans le Christ dont nous venons de circonscrire quelques éléments. Sans revenir en détail sur ces questions que nous avons largement traitées dans d'autres ouvrages (voir note n°1), quelques rappels cependant s'imposent.

Copernic a, pour le dire rapidement, « divinisé » la Terre en l'intégrant aux mouvements des astres. Elle devenait ainsi un astre parmi les astres, et le Soleil, quasiment au centre du monde, fixe l'ordre et l'harmonie des êtres dans un monde clos sphérique et unique, dans le Christ, tout à la gloire du Dieu présent et créateur. Galilée, plein de sa nouvelle idée de nature associée à son *ethos* d'ingénieur, sans nier la foi tout en renonçant aux démarches de la scolastique, perçoit la structure copernicienne privilégiant la forme géométrique circulaire,

comme pouvant donner prise à une mécanisation (à une mise en ordre sous la forme d'une machine) susceptible d'être alors l'objet d'un traitement géométrique ouvrant la voie à une nouvelle théorie, associée à une nouvelle idée de la nature. Le dévoilement mécanico-géométrique est à l'ordre du jour. Il est remarquable à ce propos de lire la lettre que Galilée adresse de Rome le 21 mai 1611 à Piero Dini :

> « Pour ma part, je ne doute pas de pouvoir énumérer, dans l'ensemble de la nature, autant de choses très petites et très efficaces par leur vertu qu'on en pourrait indiquer parmi les grandes ; et de même que les arts mécaniques ont autant besoin, pour la variété de leurs opérations, d'utiliser de très petits éléments que des grands, de même la nature a-t-elle besoin dans ses divers effets, pour bien en assurer la production, d'instruments eux aussi très divers ; et telles opérations s'effectuent avec des machines très petites, qui ne pourraient l'être aussi bien ou même pas du tout, avec de plus grandes. »[17].

Il convient donc, en premier lieu, pour Galilée, non pas de rendre la Terre au ciel, mais de livrer les cieux à la terre mécanisée et mécanisable dans la nouvelle idée de nature mécanico-géométrique afin qu'ils puissent, la Terre et les cieux, entrer dans le champ de la mécanisation induite par la nouvelle idée de nature. Galilée « inverse » le travail de Copernic. Tout l'enjeu du *Sidereus nuncius* de Galilée de 1610 peut se résumer à cette tâche.

L'observation du ciel, des planètes et des étoiles se renouvelle et se justifie pour Galilée par ce qu'ils sont des objets non plus célestes au sens de Copernic, mais mécanisables, c'est-à-dire des objets dont s'occupent mécaniciens et ingénieurs. L'ambition galiléenne est remarquable.

L'idée chrétienne de la nature, théologico-cosmologique, dans le Christ, s'est transformée avec Galilée ou, plus exactement, la nature mécanico-géométrique est devenue la « nature ». L'espace conceptuel de ce qui était n'est plus. Un autre espace conceptuel tout tissé, comme le précédent, d'imaginaire, d'observations et de démonstrations s'est institué. De nouveaux objets font leur apparition. Ils paraissent ressembler aux anciens, mais ce n'est qu'une illusion car ils sont des objets de la nouvelle nature, la nature mécanico-géométrique.

Il apparaît clairement maintenant que ma thèse ne s'identifie pas à celle d'Alexandre Kojève mais s'en distingue nettement sur le fond :

17. Galilée, Lettre à Piero Dini de Rome en date du 21 mai 1611, dans Clavelin, 2004, pp. 155-156.

1. Le dogme de l'Incarnation ne joue pas pour moi un rôle ponctuel, mais accompagne la constitution d'une véritable structure chrétienne de la pensée que j'ai dénommé : idée chrétienne, théologico-cosmologique, de la nature dans le Christ.

2. Le cosmos de Copernic n'a de sens pour la science moderne qu'après que l'idée de nature machine, mécanico-géométrique, introduite en particulier par Galilée et Descartes, en a fait autre chose que ce qu'il était pour Copernic. La genèse de la physique mathématique devient alors possible comme explicitation de la nature mécanico-géométrique.

Il n'y a donc pas, pour moi, au sens strict d'Alexandre Kojève d'« origine chrétienne de la science moderne ».

Bibliographie

Amours plurielles (2006). *Amours plurielles : doctrines médiévales du rapport de Bernard de Clairvaux à Boccace* (présentation et commentaires par R. Imbach et I. Atucha). Paris : Éditions du Seuil.

Augustin (1998-2002). *Œuvres. 3 vol.* (sous la direction de L. Jerphagnon). (La Pléiade). Paris : Gallimard.

Blay, M. (2007). Origine et dépassement de la science classique : aspects historiques et philosophiques de l'approche kojévienne. Dans Fl. De Lussy (dir.), *Hommage à Alexandre Kojève : actes de la « Journée A. Kojève » du 28 janvier 2003* (pp. 28-40) (Les colloques de la Bibliothèque nationale de France). Paris : Bibliothèque nationale de France.

Blay, M. (2013). *Dieu, la nature et l'homme : l'originalité de l'Occident*. (Le temps des idées). Paris : Armand Colin.

Blay, M. (2017a). *Critique de l'histoire des sciences*. Paris : CNRS éditions.

Blay, M. (2017b). *Relire « Des révolutions des orbes célestes » de Nicolas Copernic*. (Adverso fulmine). Paris ; Pékin ; Philadelphie : Nuvis éditions.

Clavelin, M. (2004). *Galilée copernicien : le premier combat (1610-1616)*. Paris : Albin Michel.

Copernic, N. (1970). *Des révolutions des orbes célestes* (introduction et notes de A. Koyré. Paris : Blanchard. (édit. orig. : 1543).

Copernic, N. (2015). *Des révolutions des orbes célestes* (édition critique, traduction et notes par M.-P. Lerner, A. Segonds et J.-P. Verdet, 3 vol.). (Sciences et Humanisme). Paris : Les Belles Lettres. (édit. orig. : 1543).

Duby, G. (1966). *L'Europe des cathédrales (1140-1280),* Genève : Éditions d'art Albert Skira.

Érigène, Jean Scot (1995). *Periphyseon : de la division de la nature* (traduction de F. Bertin). (Épiméthée). Paris : Presses Universitaires de France.

Grégoire de Nysse (1982). *De hominis Orificio* (traduction par J.-Y. Guillaumin). Paris : Desclée de Brouwer.

Kojève, A. (1964). L'origine chrétienne de la science moderne. Dans *Mélanges Alexandre Koyré. Vol. 2 : L'aventure de l'esprit* (pp 295-306) (introduction de F. Braudel). (Histoire de la pensée ; 13). Paris : Hermann.

Maxime le Confesseur (1992). *Questions à Thalassios* (introduction par J.-C. Larchet, traduction et notes par E. Ponsoye). Éditions de l'Ancre.

Maxime le Confesseur (1994). *Ambigua* (introduction par J.-C. Larchet ; traduction française et notes par E. Ponsoye). Édition de l'Ancre.

Maxime le Confesseur (2010). *Questions à Thalassios* (introduction et notes par J.-C. Larchet ; traduction par F. Vinel). (Sources chrétiennes). Paris : Les éditions du Cerf.

Palazzo, É. (2014). *L'invention chrétienne des cinq sens dans la liturgie et l'art au Moyen-Âge*. Paris : Les Éditions du Cerf.

Pseudo-Denys (1943). *Œuvres complètes du pseudo-Denys l'Aéropagite* (traduction, préface et notes par M. de Gandillac). (Bibliothèque philosophique). Paris : Aubier-Montaigne.

Stoffel, J.-F. (à paraître). L'origine chrétienne de la science moderne : retour sur la thèse d'Alexandre Kojève à l'occasion de sa réactualisation par Michel Blay, à paraître.

Suger (2008). *Œuvres. Tome 1* (traduction de F. Gaspari). Paris : Les Belles Lettres.

Suckale, R. (1989). La théorie de l'architecture au temps des cathédrales. Dans R. Recht (dir.), *Les bâtisseurs des cathédrales gothiques*. Éd. Les Musées de la ville de Strasbourg.

Théologiens (1997). *Théologiens et mystiques au Moyen âge : la poétique de Dieu, Ve-XVe siècles* (choix présenté et traduit du latin par A. Michel). (Folio. Classique). [Paris] : Gallimard.

Revue des Questions Scientifiques, 2020, 191 (1-2) : 33-70

Comment comprendre l'hégémonie, pourtant délétère pour la santé, de l'assis sur un siège dans le monde occidental ?

Essai sur la symbolique de la posture assise de la préhistoire à la fin de la Rome antique

Virgil Bru
Haute école Louvain-en-Hainaut
University College of Osteopathy
Virgil@myfrenchphysio.london

Résumé. – Les Occidentaux passent la plus grande partie de leur vie éveillée assis sur une chaise malgré l'existence d'un consensus scientifique visant à dénoncer la nocivité de cette posture. Aussi ont-ils entrepris de nombreuses recherches pour améliorer la chaise ou pour tenter de diminuer son utilisation. En revanche, ils sont incapables d'imaginer la solution qui consisterait à remplacer l'assis sur un siège par un autre type d'assise. Pour preuve, aucune étude n'a cherché à savoir s'il ne serait pas plus bénéfique de s'asseoir accroupi ou en tailleur plutôt que sur un siège ! Étant donné la multitude de publications consacrées aux effets néfastes de l'assis sur un siège et aux manières de l'améliorer, il est pour le moins surprenant que cette question n'ait jamais été posée.

Cet article ne se propose pas de la résoudre, mais il cherche à attirer l'attention sur cette lacune importante afin que d'autres s'attachent enfin à la combler. À cette fin, il tente de comprendre les raisons qui empêchent les Occidentaux — y compris les chercheurs ! — à envisager un autre type d'assis que l'assis sur un siège alors que d'autres sociétés y parviennent fort bien, comme en témoigne leur utilisation importante de l'assis accroupi. Pour expliquer cette incapacité, l'hypothèse de travail avancée est que le siège ne se réduit pas à une fonction utilitaire, mais qu'il assume également une fonction symbolique à ce point importante qu'il leur paraît inenvisageable de s'en séparer.

Pour mettre à l'épreuve cette hypothèse, l'article retrace l'histoire du siège au sein des civilisations qui sont aux origines des sociétés occidentales en étant par-

ticulièrement attentif à l'évolution de son utilisation et aux raisons de cette évolution. Cet historique nous permettra, nous les Occidentaux, non seulement d'identifier les fonctions cachées de cet objet, mais encore et surtout de prendre du recul par rapport à nos paradigmes actuels afin de retrouver un point de vue plus objectif sur l'hégémonie du siège dans nos sociétés et sur les problématiques qui en résultent.

Abstract. – Westerners spend most of their waking hours sitting in a chair despite the general scientific consensus proclaiming the harmfulness of this position. There has also been a lot of research focussed either on improving the chair or on trying to reduce its use. However very few, if any, seem invested in the rather obvious solution of entirely replacing the chair with another form of sitting. This is evidenced by that fact that there are no studies which have looked at whether it would be more beneficial to sit cross-legged or in a squatting position, as opposed to on a chair! Given the plethora of publications on the adverse effects of sitting in a chair and on ways to improve this position, it is surprising that this question has never been addressed.

This article is not intended to resolve it, but rather seeks to draw attention to this glaring oversight so that others may finally pay it due diligence. To this end, we endeavour to understand the reasons preventing Westerners — including their researchers! — from considering a different form of sitting other than the seated position, where other societies are doing so quite successfully as demonstrated by their extensive use of the squatting position. In order to explain this seeming incapacity, the advanced working hypothesis is that the chair is not merely the object of its utilitarian function, but also assumes a symbolic function of such great magnitude that it seems almost impossible to part with.

To test this hypothesis, the article traces the history of the chair within the civilizations that originated in Western societies, paying particular attention to the evolution of its use and the reasons for this progression. This historical background will allow us, the Westerners, to not only identify the hidden functions of this object, but also, and most importantly, to gain some insight into our current paradigms in order to regain a more objective stance with respect to the predominance of the chair, and its associated issues, in our societies.

Mots-clés. – Assis sur un siège — Celtes — Égypte antique — Grèce antique — Paradigme — Posture assise — Préhistoire — Rome antique

Plan de l'article

1. Introduction

Notons d'emblée, puisque tout notre propos consiste à rappeler cette évidence perdue, que s'asseoir n'équivaut pas à s'asseoir sur un siège. La position assise est une position intermédiaire. Elle ne permet ni de se déplacer, au contraire de la position debout, ni de dormir confortablement, comme la position couchée. Cependant, elle est stable, peut être facilement adoptée pendant des heures et permet la réalisation de nombreuses tâches. À l'inverse de notre réaction instinctive occidentale — si on vous demande de vous asseoir, vous chercherez un siège —, s'asseoir ne requiert pas nécessairement un siège. De nombreuses autres postures correspondent à cette définition de l'assis : assis en tailleur, assis accroupi, assis en sirène, assis à genou, etc.

La question à laquelle cet essai tente d'apporter un début de réponse est la suivante : pourquoi, dans le monde occidental du XXIe siècle, nous asseyons-nous sur des chaises, des fauteuils, des tabourets ou, autrement dit, sur un siège, mais jamais autrement ? Pourquoi ne nous vient-il jamais à l'esprit de nous asseoir en tailleur, en squat, ou simplement sur les genoux ? Cette question, d'apparence anodine, est le fait non d'un historien, non d'un scientifique qui, à ses heures perdues, se consacrerait en dilettante à l'histoire, mais bel et bien d'un kinésithérapeute et ostéopathe cherchant à comprendre le paradoxe suivant : alors que les conséquences néfastes sur la santé de ce recours massif et exclusif à l'assis sur un siège sont bien connues ; alors qu'une solution à ce problème de santé publique serait de varier autant que possible les types d'assises ; alors que certaines cultures, aujourd'hui encore, parviennent fort bien à tirer

parti de la gamme très variée de postures permettant de s'asseoir, nous continuons, nous les Occidentaux, à n'utiliser qu'un seul type d'assis — à savoir l'assis sur un siège — quitte à chercher, de manière illusoire, à résoudre les problèmes de santé qui en résultent par l'invention d'une chaise « ergonomique » qui, elle, serait parfaite. Alors que les preuves scientifiques s'accumulent contre la surutilisation de l'assis sur un siège et commencent tout juste à suggérer des alternatives comme le squat (Raichlen *et. al.*, 2020), quelles sont donc les raisons qui nous empêchent d'adopter ces alternatives et qui nous maintiennent prisonniers de cette hégémonie du siège qui semble nous caractériser ?

En tout cas, la réponse ne peut pas être la sédentarisation : si celle-ci parvient à expliquer pourquoi nous passons de plus en plus de temps assis, elle ne suffit pas à rendre compte de notre restriction à un seul type d'assise. Constatant que la prégnance de cette hégémonie du siège est tout à la fois profonde — nous en restons prisonniers — et « irrationnelle » — nous la maintenons en dépit de nos connaissances scientifiques —, nous avons supposé, d'une part, que cette réponse était à chercher non pas dans notre actualité ni dans notre passé immédiat, mais bien dans le temps long et, d'autre part, que cette réponse devait engager, au-delà du siège en tant qu'objet utilitaire, quelque chose de bien plus profond, à savoir la symbolique qui lui est associée. Telles sont donc les hypothèses qui nous ont conduits à sortir de notre domaine d'expertise pour prendre le risque d'entamer une enquête historique qui, pour pouvoir faire sens, devra nécessairement remonter haut et brasser large[1].

2. La Préhistoire

Les populations concernées, entre 6.500 et 2.500 acn, n'ayant pas laissé de traces écrites, nous nous appuierons sur les artefacts qu'elles nous ont laissés pour appréhender la manière dont elles s'asseyaient et l'éventuelle signification qu'elles attachaient à cette posture.

2.1. Diversité des types d'assis

Un premier fait à faire remarquer est la diversité des assises représentées qui laisse à penser que de nombreuses postures étaient alors utilisées : accroupie[2],

1. Pour un exposé détaillé de notre questionnement, cf. Bru & Stoffel (2013).
2. Par ex., statuette de Magoula Karamourlar (6.500-4.500 acn, Grèce) exposée au Musée archéologique de Volos ; statuette humanoïde assise (env. 3.500 acn) dans Gimbutas, 1989, p. 232, fig. n°359 ; déesse de la fertilité de Chypre (3.000-2.500 acn) exposée au J. Paul

assis sirène (les jambes repliées devant soi, tombantes sur le côté [illus. n°1])[3], assis par terre une jambe tendue l'autre repliée contre soi[4], assis en tailleur[5], sur un tabouret[6] et enfin sur un siège [illus. n°2] dont on ne sait[7] s'il faut le qualifier de trône ou de chaise[8].



Illus. n°1.
Statuette décapitée du temple de Ħaġar Qim (3.600-2.500 acn, Malte).
Source : Flickr (https://www.flickr.com/photos/travfotos/5752942304).

Getty Museum. Lorsqu'il nous a été impossible de retrouver le musée dans lequel la pièce évoquée est conservée, nous renseignons la publication dans laquelle nous avons trouvé une reproduction de celle-ci.

3. Par ex., la statuette décapitée du temple de Ħaġar Qim (3.600-2.500 acn, Malte) exposée au Musée national d'archéologie de Malte [illus. n°1].
4. Par ex., l'un des penseurs de Cernavodă (5.000 acn, Roumanie) exposé au Musée national d'histoire de Roumanie.
5. Par ex., le dieu serpent de Kato Ierapetra (6.000-5.500 acn, Grèce) exposé au Musée archéologique d'Héraklion.
6. Par ex., la deuxième statuette des penseurs de Cernavodă (5.000 acn, Roumanie) exposée au Musée national d'histoire de Roumanie ; dieu au crochet de Szegvar-Tuzkoves (5.000-4.700 acn, Hongrie) exposé au Koszta Josef Museum ; statuette assise (4.500-4.000 acn, Serbie) exposée au British Museum (Londres) ; statuette d'une divinité assise sur un tabouret dans Gimbutas, 1989, p. 14, fig. n°22.
7. Notre langage étant adapté à notre environnement et à notre culture, il est parfois difficile de choisir entre deux mots pour désigner un objet appartenant à une autre culture.
8. Par ex., « The nurse » de Sesklo (4.800-4.500 acn, Grèce) exposée au Musée national d'archéologie d'Athènes ; mobiliers miniatures — chaise, table et d'autres éléments — (milieu du 5e millénaire acn) dans Gimbutas, 1989, p. 72, fig. n°112 ; statuette représentant un joueur de harpe (2.800-2.700 acn) exposée au Metropolitan Museum of Art (New York).

2.2. L'assis et la symbolique du pouvoir

Un deuxième élément à faire ressortir est l'abondance des représentations conservées de personnages assis. Pourquoi avoir figuré tant de statuettes dans cette posture ? Beaucoup d'entre elles représentent des divinités issues de religions basées sur le mystère entourant la naissance et la mort de l'homme et, plus généralement, sur le cycle naturel de la vie et des saisons (Gimbutas, 1989, p. XIX). La divinité principale de ces religions est une déesse souvent figurée enceinte [illus. n°2] ou accouchant[9] et donc en position assise, puisque, ces figurations en témoignent, la mise au monde se faisait, à cette époque, dans cette posture.



Illus. n°2.
Déesse sur un trône entouré de félin de Catal Huyuk (6.000 av. J.-C., Turquie).
Source : Wikimedia Commons (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6f/Museum_of_Anatolian_Civilizations_1320259_nevit.jpg).

9. Par ex., statuette d'un personnage accouchant (6.300-6.200 acn) dans Gimbutas, 1989, p. 106, fig. n°174 ; statuette d'un personnage accouchant (env. 4.500 acn) dans Gimbutas, 1989, p. 106, fig. n°175 ; statuette d'un personnage accouchant (4e millénaire acn) dans Gimbutas, 1989, p. 106, fig. n°176.

Fort de ce constat, notre première hypothèse consisterait à nous demander jusqu'à quel point l'assis ne serait pas devenu, dans ces civilisations, un symbole du don de la vie et, par la même, du divin[10].

Une seconde hypothèse tirerait parti du fait que la représentation d'objets permettant des assises surélevées — telles que les tabourets, chaises et trônes — est commune à diverses cultures pour différentes divinités [illus. n°2][11]. Elle ferait alors remarquer que si les dieux de ces cultures avaient probablement différentes fonctions puisqu'ils sont caractérisés par des attributs iconographiques variés — un médaillon, des félins, un crochet, un phallus, ou encore un ventre de femme enceinte[12] —, ils partagent néanmoins une même assise surélevée à l'aide des objets précédemment évoqués. Cette similitude posturale semble indiquer une symbolique commune : l'assis surélevé, et donc le siège, comme une marque du pouvoir divin.

3. L'Égypte antique

Toujours en vue de comprendre l'évolution de l'assis dans le monde occidental, tournons-nous vers l'Égypte antique (3.000 à 31 acn) dans la mesure où — Diodore de Sicile (trad. 1993) et Hérodote (trad. 1963) en témoignent — celle-ci a influencé les cultures grecques et romaines.

3.1. Diversité des types d'assis et prédominance de l'assis au sol

Tout comme les populations préhistoriques évoquées précédemment, les Égyptiens utilisaient, dans leur vie quotidienne, un large panel de positions as-

10. À défaut de développer cette hypothèse, signalons : déesse enceinte assise (6.000-5.800 acn) dans Gimbutas, 1989, p. 143, fig. n°219 ; déesse enceinte sur un trône de Kalekovec (5e millénaire acn, Bulgarie) exposée au Musée archéologique de Plovdiv.
11. Par ex., déesse sur un trône entouré de félin de Çatal Höyük (6.000 acn, Turquie) exposée au Musée des civilisations anatoliennes d'Ankara [illus. n°2] ; statuette d'une déesse avec un enfant sur un tabouret de Drenovac (5e millénaire acn, Serbie) exposée au Musée national de Niš ; déesse enceinte sur un trône de Kalekovec (5e millénaire acn, Bulgarie) exposée au Musée archéologique de Plovdiv ; dieu au crochet de Szegvar-Tuzkoves (5.000-4.700 acn, Hongrie) exposé au Koszta Josef Museum ; dieu phallique sur une assise surélevée de Karditsa (4.500-3.300 acn, Grèce) exposé au Musée national d'archéologie d'Athènes.
12. Aux pièces déjà évoquées (pour le félin, le crochet, le phallus et la femme enceinte), nous ajouterons, pour le médaillon, la déesse au médaillon de Predonica (4.500 acn, Kosovo) exposée au Musée du Kosovo à Pristina.



Illus. n°3.
Statuette du scribe royal de Rahotep (2.465-2.323 acn)

Source : Gary Todd (https://www.flickr.com/photos/101561334@N08/27828520334/in/photostream/).

Illus. n°4.
Statuette en bois d'une femme en train de moudre des céréales (2.416-2.392 acn).

Source : Jona Lendering (https://vici.org/vici/21557/?lang=fr).



sises : aussi bien l'assis directement sur le sol — par exemple en tailleur pour les scribes [illus. n°3][13] ; accroupi pour les artisans ; agenouillé pour certains travaux agricoles [illus. n°4][14] ou pour faire une offrande aux dieux[15] — que l'assis surélevé au moyen d'une chaise[16] ou d'un tabouret[17]. Il n'en reste pas moins que, durant l'Ancien et le Moyen Empires (2.700 à 1.800 acn), s'asseoir par terre était la posture la plus commune (Bruwier, 1975, pp. 14 et 103), dans la mesure où elle permettait d'effectuer toutes les activités de la vie quotidienne.

3.2. L'assis sur un siège prérogative du pouvoir divin et politique

Pourquoi dès lors les Égyptiens ont-ils pris la peine de concevoir des objets pour exhausser cette assise, d'autant plus que le bois était, dans leur région, une denrée rare (Bruwier, 1975, p. 9) ?

Une première réponse consiste à prétendre que l'assis sur un siège étant intimement associé à la figuration des pharaons[18] et des dieux [illus. n°5][19], la création de tels objets était justifiée en raison de leur appartenance à la symbolique

13. Par ex., statuette du scribe royal de Rahotep (2.465-2.323 acn) retrouvée dans son mastaba à Saqqara (Égypte) et exposée au Musée national d'archéologie (Athènes) [illus. n°3].
14. Par ex., statuette en bois d'une femme en train de moudre des céréales (2.416-2.392 acn) retrouvée dans le mastaba de Ti à Saqqara et exposée au Musée national d'archéologie (Athènes) [illus. n°4].
15. Par ex., statuette d'un pharaon nubien agenouillé faisant une offrande aux dieux (774-664 acn) exposée au Musée national d'archéologie (Athènes) ; statuette du pharaon Shabaka agenouillé (env. 700 acn) exposée au Musée national d'archéologie (Athènes) ; statue de Nakhthorheb en prière (595-589 acn) exposée au Musée du Louvre (Paris).
16. Par ex., chaise du Nouvel Empire (1.550–1.186 acn) exposée au Musée du Louvre (Paris) ; chaise (1450 acn) provenant du cimetière ouest de Gournet Mourraï (Égypte) et exposée au Musée du Louvre (Paris) ; trône de la princesse Sat-Amun (365 acn) exposé au Musée égyptien (Caire).
17. Par ex., peintures de la tombe d'Ounsou représentant celui-ci assis sur un tabouret à l'ombre d'un sycomore (1.450 acn) exposées au Musée du Louvre (Paris) ; tabouret (1.450 acn) provenant de la tombe n°1382 du cimetière ouest de Gournet Mourraï (Égypte) et exposé au Musée du Louvre (Paris) ; tabouret pliant (1.350–1.300 acn) provenant du cimetière ouest de Gournet Mourraï (Égypte) et exposé au Musée du Louvre (Paris).
18. Par ex., statue colossale de Ramsès II (1.279-1.213 acn) exposée au Musée du Louvre (Paris) et Hérodote, trad. 1963, p. 188 [livre II, 173].
19. Par ex., statue de la déesse Sekhmet (1.391-1.353 acn) exposée au Musée du Louvre (Paris) ; statuette d'Isis allaitant Horus (664-332 acn) exposée au Musée du Louvre (Paris) ; statuette d'Amon et de Mout dédicacée par Mérymaât (1.295-1.186 acn) exposée au Musée du Louvre (Paris) ; statuette votive du dieu Somtous (750-30 acn) collection de la Fondation Gandur pour l'Art (Genève).

du pouvoir. Une telle réponse n'est toutefois que partiellement satisfaisante, car incomplète : si elle justifie l'existence, dans cette civilisation, de cette assise surélevée et des objets qui lui sont associés, elle ne nous explique pas pourquoi c'est cette assise sur un siège qui a été spécifiquement retenue pour assumer cette fonction symbolique. Pour remplir cette même fonction, une autre assise, qui aurait présenté l'avantage de ne pas requérir des objets si onéreux, n'aurait-elle pas pu être retenue ?



Illus. n°5.
Statuette d'Isis allaitant Horus (entre c. 680 et c. 640 acn).
Source : Walters Art Museum (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Egyptian_-_Isis_with_Horus_the_Child_-_Walters_54416_-_Three_Quarter_Right.jpg)

Pour répondre à cette nouvelle question, formulons deux hypothèses avant de les réunir. Premièrement, les sièges étant régulièrement accompagnés d'une estrade ou d'un marchepied qui confirme une recherche délibérée de hauteur [illus. n°5][20] — un exhaussement venant s'ajouter à un autre —, le choix de cette assise sur un siège pourrait s'expliquer par la volonté de mettre l'autorité en hauteur afin qu'elle puisse être aisément identifiée. Deuxièmement, étant commune aux pharaons et aux dieux, cette assise surélevée aurait eu pour but d'établir une analogie entre les pouvoirs terrestre et divin afin de justifier le premier sur base du second. Cette hypothèse est d'ailleurs conforme à la confusion

20. Par ex., statuette du sage divinisé (332-30 acn) exposée au Musée du Louvre (Paris) ; statuette d'Isis allaitant Horus (664-332 acn) exposée au Musée du Louvre (Paris) ; la dame Tachémès prie le dieu Rê-Horakht (900 acn) exposée au Musée du Louvre (Paris) ; statuette de la déesse Isis (404-30 acn) exposée au Musée du Louvre (Paris) ; bas-relief de la tombe d'Hekerneleh au Shiek Abd el-Gournah (Thèbes) représentant un marchepied sur lequel reposent les pieds du pharaon Amenhotep III.

entretenue entre ces deux pouvoirs dès lors que les pharaons passent pour être des dieux vivants (Diodore de Sicile, trad. 1993, p. 96 [livre I, XLIV] ; Bouché-Leclercq, 1904, p. 434). En réunissant ces deux hypothèses, nous pouvons alors supposer que la raison d'être des sièges est de démarquer le détenteur du pouvoir des autres membres de la société grâce à sa position surélevée qui, en outre, l'établit dans une relation d'analogie avec la divinité.

3.3. Le siège comme moyen de hiérarchisation de toute la société

Un autre élément marquant de l'assis dans la société égyptienne est le fait que le siège, malgré ses origines royales et divines, ne soit pas resté un monopole du pouvoir. Par un effet de mimétisme qui a d'abord été mis en œuvre par les hauts fonctionnaires avant de l'être finalement par toute la société égyptienne, les rangs inférieurs se sont progressivement approprié les symboles des classes supérieures (Bruwier, 1975, pp. 21, 86, 94 et 105). Cette propagation du siège à toutes les couches de la société n'a pas provoqué une détérioration de sa symbolique, comme on aurait pu le croire, mais au contraire l'extension de son usage en tant que critère distinctif. En effet, si le siège ne différenciait, à l'origine, que les rares personnes qui détenaient le pouvoir, il est ensuite devenu, grâce à l'utilisation d'une grande diversité de sièges, un moyen de classer tous les membres de la société en fonction de leur profession (Bruwier, 1975, p. 62), de leur sexe (Bruwier, 1975, pp. 62-63, 67 et 79) ou de leur âge (Hérodote, trad. 1963, p. 119 [livre II, 80]). Au cours de cette évolution, l'assis sur un siège est donc resté un procédé de hiérarchisation, mais qui a été généralisé à toute la société égyptienne (Bruwier, 1975, p. 14)[21].

3.4. Conclusion

L'étude de la préhistoire et de l'Égypte antique s'avère déjà riche d'enseignements. Premièrement — et a contrario de nos sociétés occidentales —, les postures assises étaient très variées. Deuxièmement, la chaise s'avère être un objet existant depuis plus de 8 millénaires. Troisièmement, l'utilisation de cet objet semble moins répondre à un besoin utilitaire qu'à une problématique sociale fort répandue si pas universelle — la nécessité d'identifier le détenteur du pouvoir — intimement associée au besoin de hiérarchiser la société. De ce point de vue, il est d'ailleurs intéressant de noter que des trônes ont été retrouvés dans des civilisations très variées : en Amérique précolombienne (Galarza,

21. Les hiéroglyphes confirment cette hiérarchisation par l'assis : un des symboles pour « siège » signifie également « rangs », « position ».

1978, p. 28)[22], chez les Sumériens[23], les Scythes[24], les Perses[25] ou encore auprès des peuples bouddhistes[26]. Ce recours à la posture pour hiérarchiser la société ne semble donc pas lié à une civilisation bien spécifique, mais inhérent à tout groupe social, qu'il soit humain… ou non ! Le loup beta ne se met-il pas dans une position de soumission devant le loup alpha, l'identifiant par la même comme le dominant ?

4. La Grèce antique

En abordant la civilisation grecque, nous nous attacherons à relever les types d'assis utilisés par ses membres avant de chercher à comprendre les raisons de cette sélection, ce que nous ferons par l'analyse de la symbolique de l'assis d'abord dans les sphères du pouvoir, puis au sein de la société dans son ensemble.



Illus. n°6.
Fresque de la tombe du plongeur de Paestum
(Italie, début du Ve siècle acn).
Source : Wikimedia Commons (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3b/Tomb_of_the_Diver_-_unfolded_view.png).

22. Par ex., trône royal du Jaguar (XVe siècle) présent dans le temple du Kukulcan (Chichén Itzà) ; siège cérémoniel en forme de caïman (1.200-1.520 acn) provenant du site archéologique de Papagayo (Guanacaste, Costa Rica) et exposé au Musée du Quai Branly (Paris).
23. Par ex., statue de la déesse Narundi (2.100 acn) exposée au Musée du Louvre (Paris).
24. Par ex., plaque rectangulaire : déesse avec un miroir et un Scythe (IVe siècle acn) exposée au Musée d'état de l'Ermitage (Saint-Pétersbourg).
25. Par ex., bas-relief représentant une scène d'hommage rendu au roi Darius Ier (Ve siècle acn) exposé au Musée archéologique (Téhéran).
26. Par ex., bas-relief représentant l'assaut de Mâra sur le trône vide réservé à Bouddha (IIIe siècle pcn) exposé au Musée Guimet (Paris) ; statuette de Bouddha assis (618-907 pcn) exposée au Musée Guimet (Paris) ; statuette de Bouddha Shakyamuni (IIe-IIIe siècle pcn), collection [particulière] européenne.

4.1. Prédominance de l'assis sur un siège et du semi-couché

La statuaire, la peinture et la poterie grecques représentent de nombreuses activités de la vie quotidienne dans la position assise sur un siège — écriture, filage de la laine, coiffage, poterie, loisirs, musique — jusqu'à la représentation de défunts[27]. L'assis sur un siège apparaît donc comme une posture couramment utilisée. La prise du repas constitue une autre activité qui peut également se dérouler dans cette posture. Néanmoins, une alternative existe : les hommes ont le privilège de pouvoir manger sur un divan (Platon, trad. 1989, p. 7 [176a] & p. 81 [217e]) [illus. n°6-7][28]. À l'instar de l'assis sur un siège, cette posture est également surélevée, mais se différencie par la position du corps : la personne est ici semi-couchée[29].

4.2. La symbolique de l'assis

4.2.1. Dans les sphères du pouvoir

Le petit nombre de documents représentant d'autres assises[30] donne à penser que les Grecs utilisaient principalement l'assis sur un siège ou le semi-couché. Quelles pourraient être les raisons de cette préférence ?

En guise de point de départ, examinons la symbolique de l'assis telle qu'elle se manifeste dans les sphères du pouvoir. À l'instar des populations précédemment étudiées, les dieux grecs prennent place sur des sièges (Strabon, trad.

27. Par ex., stèle funéraire en marbre, Attique, représentant la défunte assise (v. IVe acn), exposée au Musée du Louvre (Paris) ; stèle funéraire représentant le défunt assis (v. 350 acn), exposée au Musée du Louvre (Paris).
28. Par ex., fresque de la tombe du plongeur de Paestum (Italie, début du Ve siècle acn), exposée au Musée archéologique national de Paestum [illus. n°6] ; coupe à figures rouges attribuée au peintre d'Euaion (v. 460 à 450 acn), exposée au Musée du Louvre (Paris).
29. Nous assimilons cette posture à l'assis, non seulement parce qu'elle correspond à la définition que nous lui avons donnée, mais aussi parce que « les premiers Romains, les Crétois et les Laconiens mangeaient assis, et non couchés sur des lits comme ils le feront plus tard » (Mommsen, 1863, p. 30). Le semi-couché a donc remplacé une posture assise.
30. Par ex., figurine en terre cuite, représentant deux joueuses d'osselets accroupies (env. 340 acn), exposée au British museum (Londres) ; vase figurant Patrocle soignant Achille, le premier étant accroupi et le deuxième dans une sorte d'assis en tailleur (env. 500 acn), exposé au Staatliche museen (Berlin) ; stèle funéraire de Demokleides, le représentant assis les jambes repliées devant lui (394 acn), exposé au Musée national d'archéologie (Athènes). Il est intéressant de faire remarquer que tous les exemples que nous connaissons représentent soit des enfants, soit des soldats vaincus ou blessés, soit des situations peu gratifiantes.

1978, p. 106 [livre VII, chap. III, 30] ; Homère, trad. 1972[a], p. 23 [chant I, 531-535] ; Luyster, 1965, p. 136)[31]. Cette manière de les figurer serait inspirée d'autres peuples antérieurs parmi lesquels les Égyptiens qui, nous l'avons vu, ont utilisé de manière intensive le siège dès 1.500 acn. Sans faire état d'une véritable imitation, nous pourrions supposer que la société grecque a suivi la même évolution que la civilisation égyptienne. En faveur de cette supposition, nous pouvons faire remarquer que le pouvoir politique grec est, lui aussi, associé au siège [illus. n°8] (Luyster, 1965, p. 136), de sorte que, à l'instar de ce que nous avons constaté chez les Égyptiens, une même assise est commune aux pouvoirs divin et politique. L'explication précédemment avancée pour expliquer cette similitude — à savoir le besoin de légitimer le pharaon dans ses fonctions — est d'ailleurs aussi de mise chez les Grecs (Daremberg & Saglio, 1877, p. 822 ; Charles-Gaffiot, 2011, p. 237) : censés être l'intermédiaire entre les hommes et les dieux, les oracles peuvent, par exemple, choisir, entre deux prétendants, lequel obtiendra les pouvoirs royaux (Hérodote, trad. 1964, pp. 37-38 [livre I, 13]).

Bien qu'attrayante, cette explication souffre d'une faiblesse majeure : chez les Égyptiens, l'utilisation du siège est à l'origine une exclusivité royale, alors que rien de tel n'est avéré chez les Grecs. Rien ne permet donc de penser que, chez eux aussi, le siège a connu, au sein des échelons de la société, la même diffusion verticale à partir des rangs supérieurs.

Autre différence : le pouvoir politique est, chez les Grecs, davantage partagé (Charles-Gaffiot, 2011, p. 237), ce qui nous amène à supposer que les symboles qui lui sont associés, dont la posture, le sont aussi. Le pouvoir judiciaire, par exemple, est rendu par une assemblée de personnes assises sur des sièges (Homère, trad. 1967, p. 186 [chant XVIII, 499-509])[32]. Dans ce cas, l'assis sur un siège n'a plus seulement pour but de hiérarchiser « verticalement » la société, mais également d'identifier « horizontalement » un groupe d'individus partageant un privilège commun.

Fort de ces similitudes et divergences, étendons notre analyse à la société grecque dans son ensemble.

31. Par ex., « Exaleiptron » tripode à figures noires, sur une face, naissance d'Athéna (v. 570-560 acn), exposé au Musée du Louvre (Paris).

32. Par ex., coupe à figures rouges, représentant des juges assis (v. 480 acn), exposée au Musée des beaux-arts (Dijon).

4.2.2. Dans la société

Chez les Grecs, il existe un certain nombre de règles qui régissent la posture assise et permettent ainsi d'identifier le statut de tout un chacun. Parmi celles-ci, nous noterons l'importance de se lever devant un supérieur (Hérodote, trad. 1963, p. 119 [livre II, 80] ; Homère, trad. 1972ᵃ, p. 23 [chant I, 531-535]) et de lui donner son siège s'il n'y en a pas suffisamment (Homère, trad. 1963ᵇ, p. 3 [chant XVI, 41-48]). La hiérarchisation sociale reste donc une fonction primordiale de l'assis, à tel point que ces règles de l'assis sont valables jusque chez les dieux eux-mêmes ! La suprématie de Zeus se marque ainsi par la déférence des divinités inférieures qui se lèvent à son arrivée (Homère, trad. 1972ᵃ, p. 23 [chant I, 531-535]), mais aussi par la diversité des sièges permettant de distinguer le rang des uns et des autres (Daremberg & Saglio, 1877, p. 278).

Présente dans la société des hommes comme dans celle des dieux, cette catégorisation des individus par l'assis l'est également au sein de la cellule familiale.

Selon une première distinction, l'assis des hommes et des femmes est clairement dissocié non seulement durant les repas [illus. n°7][33], mais également durant les autres activités de la vie quotidienne. Il n'empêche qu'hommes et femmes utilisent cette même posture pour marquer leur pouvoir au sein de leur sphère respective. Ainsi, le siège représente l'homme et son autorité en tant que citoyen et père de famille (Homère, trad. 1962, p. 180 [chant VI, 305-310]), comme en témoigne Homère qui utilise souvent le mot « θρόνος » (signifiant à la fois « haut fauteuil » et « trône ») pour désigner un siège occupé par un homme. Mais cette même posture est également un symbole de pouvoir pour la maîtresse de maison : elle est couramment représentée assise au milieu de ses servantes et des activités qui lui sont allouées (Homère, trad. 1972ᵃ, p. 135 [livre VI, 323-325] et trad. 1962, p. 180 [chant VI, 305-310] ; Luyster, 1965, p. 142)[34]. Symbole du pouvoir dans la sphère publique, l'assis sur un siège l'est donc aussi dans la sphère privée.

L'assis permet d'opérer une seconde distinction, cette fois entre les enfants et les adultes (Strabon, trad. 1971, p. 102 [livre X, chap. IV, 20])[35]. L'accession

33. Comme nous l'avons précédemment fait remarquer, la position semi-couchée pour manger est un privilège masculin. Par ex., stèle d'un banquet funéraire (2e quart du IIe siècle acn), exposée au Musée du Louvre [illus. n°7].

34. Par ex., statuette d'une femme assise filant la laine (v. 500 acn) exposée au Musée du Louvre (Paris).

35. Par ex., coupe attique sur fond blanc (détail), représentant un nourrisson sur une chaise adaptée, attribuée au peintre Sotadès (v. 470-460 acn) et exposée au Musée des beaux-arts (Lille).



Illus. n°7.
Stèle d'un banquet funéraire (2e quart du IIe siècle acn).

De gauche à droite, une servante, une femme assise, un homme demi-allongé tenant une phiale dans laquelle boit un serpent, et enfin un jeune échanson.
Source : Wikimedia Commons (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/58/Naiskos_stele_Cyzicus_Louvre_Ma2854.jpg).



Illus. n°8.
Amphore à figures rouge attribuée à Myson (vers 500-490 acn).

Au sein de cette scène relatant la condamnation au bûcher du roi Crésus par Cyrus II, la figuration d'un trône permet d'identifier immédiatement le roi, sans aucunement prétendre représenter correctement la réalité.
Source : Wikimedia Commons (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c9/Kroisos_stake_Louvre_G197.jpg).

au statut d'adulte se marque en effet par le droit de s'asseoir parmi les hommes (Homère, trad. 1963a, p. 101 [chant XI, 446-449]). La hiérarchisation par l'assis sert donc autant à distinguer socialement des individus qu'à les regrouper.

Si l'assis, chez les Grecs, permet donc de signaler le rang social d'un individu, ce n'est toutefois pas le seul message qu'il puisse véhiculer. D'autres signaux — comme l'inaction (Homère, trad. 1972[a], p. 90 [chant IV, 7-9] ; trad. 1972[b], pp. 6-7 [chant VII, 99-114] ; trad. 1967, p. 75 [chant XV, 244-247] ; trad. 1970, p. 117 [chant XXIII, 495-498] ; trad. 1962, p. 32 [chant II, 35-37] et p. 179 [chant II, 295-297] ; Luyster, 1965, p. 133), la considération (Homère, trad. 1972a, p. 148 [chant V, 905-908] et p. 90 [chant IV, 3-6])[36] ou au contraire la punition (Platon, trad. 1956, p. 101 [livre IX, 855, c]) — peuvent être transmis par la manière dont une personne est assise. Le partage d'un code symbolique commun entre les individus d'une société permet donc d'utiliser l'assis comme un langage non verbal assez étendu.

4.3. L'assis sur un siège et le semi-couché justifiés par la suprématie du haut

Pour atteindre un tel objectif, la symbolique de l'assis doit être codifiée. Elle l'est notamment par une règle symbolique d'une très grande généralité puisqu'elle structure même le cosmos, à savoir la suprématie du haut sur le bas[37]. Il en résulte une valorisation de l'assis sur un siège et du semi couché sur un divan puisque, par essence, ces postures amènent toutes les deux un certain rehaussement. Cette élévation primordiale peut d'ailleurs être renforcée par l'ajout d'un escabeau ou d'une estrade [illus. n°8] (Homère, trad. 1962, p. 82 [livre IV, 137] ainsi que trad. 1963[b], p. 40 [chant XVI, 409-410] et p. 70 [chant XIX, 56-57]). Il en résulte également la connotation négative attribuée à l'assis à même le sol. Privée d'objet rehausseur, cette posture apparaît comme choquante (Homère, trad. 1962, pp. 188-189 [chant VII, 153-170]) et ne peut s'expliquer que par un moment de faiblesse (Homère, trad. 1962, p. 123 [chant IV, 716-720]) ou bien par le fait qu'il s'agit d'enfants (Strabon, trad. 1971, p. 102 [livre X, chap. IV, 20]). Toute assise au sol étant dès lors considérée comme impropre, l'assis sur un siège et le semi-couché sur un divan apparaissent comme les seules postures envisageables. Il est d'ailleurs intéressant de

36. Pouvoir s'asseoir avec les dieux est donc un immense privilège, car cela revient à être considéré comme leur égal ou, tout au moins, à voir une partie de leur prestige rejaillir sur nous.
37. Songeons au topos platonicien de la station droite de l'homme notamment exprimé dans Platon, trad. 1934, p. 71 [livre IX, 586 a-b].

faire remarquer qu'en l'absence de siège, le Grec s'en improvise un (Homère, trad. 1963[b], p. 3 [chant XVI, 41-48] et 1963[a], p. 2 [chant VIII, 5-7]).

4.4. Conclusion

En conclusion, les Grecs paraissent avoir utilisé exclusivement l'assis sur un siège et, dans le cas particulier des hommes au moment du repas, le semi-couché sur un divan. Cette perte de diversité — il ne reste plus que deux postures différentes pour s'asseoir — est la conséquence d'une catégorisation des individus au moyen du critère de la hauteur de leur assise et de la dévalorisation des assis au sol.

Si le siège reste, chez les Grecs, un symbole du pouvoir divin et politique et demeure, à l'instar des Égyptiens, un moyen de distinguer les différents niveaux sociaux, il n'en reste pas moins que cet objet a vu, dans la société grecque, sa symbolique s'enrichir profondément : 1°) dorénavant, l'assis sur un siège représente également le pouvoir judiciaire, patriarcal et matriarcal ; 2°) la hauteur est explicitement devenue une caractéristique indispensable de cette posture ; 3°) enfin, le nombre de messages véhiculés par l'assis s'est accru, à tel point que cette posture relève désormais d'un langage non verbal de plus en plus étendu. Même la catégorisation des individus par l'assis s'est accrue. Alors que la hiérarchisation opérée par cette posture consistait principalement à différencier des individus selon une « identification verticale » — les uns étant jugés « au-dessus » de ceux situés « en dessous » —, chez les Grecs vient s'y ajouter une « identification horizontale », en l'occurrence le regroupement, sur un pied d'égalité, d'individus partageant un caractère commun et donc une assise commune : hommes, femmes, enfants, et détenteurs du pouvoir.

Sans méconnaître ce que l'assis du peuple grec doit aux populations antérieures, l'importance de ces enrichissements nous conduit à souligner sa spécificité.

5. Les Celtes

Menée à partir des sources matérielles laissées par cette civilisation et des textes émanant de celles qui lui étaient contemporaines, l'étude des Celtes durant la période de la Tène (à partir de 450 acn) et la période gallo-romaine (à partir de 51 acn) ne sera pas moins instructive.

5.1. Prédominance des assis au sol et de l'assis en tailleur

L'étude des sociétés égyptiennes et grecques a pu nous donner l'impression qu'à terme, le siège finissait toujours par supplanter les autres postures assises. Grâce aux Celtes, cette généralisation hâtive se révèle erronée : bien qu'ils connussent le siège [illus. n°9][38], ils n'ont pas privilégié cette posture ! D'après les auteurs romains de l'époque, il semblerait même que l'assis sur un siège ait été largement détrôné par des assises au sol (Diodore de Sicile, trad. 1970, p. 171 [livre V, 28] ; Strabon, trad. 1966, p. 160 [livre IV, chap. IV, 3]). Certains ouvrages de la littérature secondaire supposent d'ailleurs que leur posture de prédilection était l'assis en tailleur (Duval, 1993, p. 48 ; Maitre, 1899, p. 152).

5.2. La capacité d'autres postures à assumer les mêmes fonctions symboliques

Pourquoi les Celtes n'ont-ils donc pas privilégié le siège comme l'ont fait les Égyptiens et les Grecs ?

Pour tenter de répondre à cette question, nous commencerons par faire remarquer que les divinités celtes ou les personnages héroïsés — la différence n'est pas toujours aisée à établir (Duval, 1993, p. 21)[39] — sont couramment représentés assis en tailleur [illus. n°10-11] (Duval, 1977, p. 269 & 1989, p. 517 ; Maitre, 1899, p. 149)[40], bien que d'autres assises soient attestées [illus. n°9][41]. La diversité de ces postures et la difficulté qui est encore la nôtre à distinguer divinités et personnages héroïsés nous forcent à la prudence. A fortiori, il pa-

38. Par ex, statuette de bronze d'Épona du Wiltshire (43-410 pcn), exposée au British Museum (Londres) ; statue d'Épona entourée de deux chevaux (200 pcn), exposée au Musée historique (Bern).

39. Par ex., statue d'une divinité ou d'un personnage héroïsé, en pierre (IVe-IIIe siècle acn), retrouvée à Roquepertuse (Velaux, Bouches-du-Rhône) et exposée au Musée de la Vieille-Charité (Marseille).

40. Par ex., dieu à sabots d'animal (fin du Ier siècle acn - début du Ier siècle pcn), exposé au Musée des antiquités nationales (Saint-Germain-en-Laye) ; bassin de Gundestrup (première moitié du Ier siècle acn), exposé au Nationalmuseet (Copenhague) [illus. n°10] ; statuette de Cernunnos en tailleur (Ier siècle pcn), en alliage cuivreux, retrouvée à Étang sur-Arroux (Saône-et-Loire), exposée au Musée des Antiquités nationales (Saint-Germain-en-Laye) [illus. n°11] ; le dieu Cernunnos entre Apollon et Mercure, assis jambes croisées sur une estrade et paré d'un torque (Ier siècle pcn), exposé au Musée Saint-Rémi (Reims).

41. Par ex., statuette de bronze d'Épona du Wiltshire (43-410 pcn) exposée au British Museum (Londres) ; statue d'Épona entourée de deux chevaux (200 pcn), exposée au Musée historique (Bern).



Illus. n°9.
Statue d'Épona entourée de deux chevaux (200 pcn).

Source : Wikimedia Commons (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/92/Bad_Cannstatt_Epona-Relief_Kopie_img01.jpg).



Illus. n°10.
Bassin de Gundestrup (première moitié du I[er] siècle acn).

Source : Wikimedia Commons (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/86/Gundestrupkedlen-_00054_%28cropped%29.jpg).

rait encore plus risqué d'essayer de déterminer si l'assis en tailleur est spécifiquement relié au divin ou s'il n'est que l'attribution, aux dieux, de la posture habituelle de leurs adorateurs.

Bien que certains codes de l'assis des Celtes ne soient toujours pas totalement compris[42], d'autres sont assez manifestes. Demeurant un vecteur de hiérarchisation, l'assis permet d'identifier à coup sûr le chef (Brunaux, 2004, p. 29) ainsi que le rang occupé par tous les autres membres du groupe (Brunaux, 2004, p. 130 et 2005, p. 190). Il est aussi un moyen de véhiculer un message de soumission (Brunaux, 2005, p. 190 ; Gricourt & Hollard, 1991, p. 350) ou de punition (Brunaux, 2004, p. 148).



Illus. n°11.
Statuette de Cernunnos en tailleur (Ier siècle pcn), en alliage cuivreux, retrouvée à Étang-sur-Arroux (Saône-et-Loire).
Source : Wikimedia Commons (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/God_of_Etang_sur_Arroux_possible_depiction_of_Cernunnos.jpg).

42. Nombre de recherches livrent des descriptions des artefacts de cette époque en les accompagnant de suppositions sur leurs fonctions. En l'absence de textes écrits nous donnant un accès direct à cette culture, ces suppositions paraissent particulièrement fragiles.

Assurément, ces fonctions de l'assis n'ont rien de spécifique aux Celtes puisque nous les avons déjà rencontrées chez les Égyptiens et les Grecs. Elles constituent probablement la réponse apportée à des problèmes communs à beaucoup de sociétés. Cependant, cette réponse n'est pas obligatoirement unique, puisqu'elle a consisté, pour certaines populations, à utiliser le siège et, pour d'autres, à lui préférer l'assis en tailleur. Loin d'être une nécessité, l'adoption du siège n'est donc qu'une possibilité parmi d'autres, puisque — les Celtes en témoignent — d'autres postures assises peuvent tout aussi bien assumer les mêmes fonctions symboliques [].

5.3. Le nomadisme comme explication

Dès lors que l'utilisation, par les peuples, d'assises distinctes peut se comprendre comme une réponse spécifique apportée à des problèmes similaires, se pose la question de savoir pourquoi telle société a jugé bon d'opter pour telle solution plutôt que pour telle autre.

Dans le cas des Celtes, une première explication consiste à prendre en compte le mode de vie bien spécifique qui était le leur. En raison de leurs moyens de subsistance qui semblaient axés sur la conquête de nouveaux territoires et sur l'élevage plutôt que sur l'agriculture, ils auraient été amenés à migrer régulièrement avec tous leurs biens (Brunaux, 2004, p. 39). Aussi l'usage de l'assis sur un siège s'avérait problématique dans la mesure où il impliquait un encombrement supplémentaire. Cette interprétation s'avère toutefois insuffisante : si elle donne à comprendre à quel point l'usage du siège peut être contraignant pour un peuple nomade, elle n'explique pas pourquoi ces derniers lui ont spécifiquement substitué l'assis en tailleur. En rester à ce stade de la réflexion reviendrait à sous-entendre qu'un peuple sédentaire ne peut qu'utiliser le siège[43] et un peuple nomade, l'assis en tailleur.

Nous avons donc ici un début de réponse, mais non une réponse entièrement satisfaisante. Pourtant, nous devrons nous en satisfaire. En effet, vu l'état encore bien lacunaire des connaissances actuelles sur les Celtes, toute recherche les concernant se heurte assez rapidement à d'inévitables limites. A fortiori en est-il de même pour la nôtre qui porte sur une thématique pour le moins négligée. Aussi, sommes-nous dans l'impossibilité de déterminer la raison qui a poussé les Celtes à choisir l'assis en tailleur plutôt qu'une autre assise. Nous

43. Assertion complètement erronée, puisque des peuples sédentaires d'Asie n'ont pas recours aux sièges pour s'asseoir.

devrons dès lors nous contenter de conclure que l'utilisation du siège leur apparaissait incompatible avec leur mode de vie.

Cependant, en traitant précédemment des civilisations égyptienne et grecque, nous avons pu soutenir que le choix de l'assis sur un siège pouvait être motivé par une reproduction, à plus large échelle, des symboles du pouvoir (chez les Égyptiens) dont fait notamment partie la hauteur (chez les Grecs). Le choix d'un assis serait donc, au moins en partie, dépendant de la symbolique qui lui est associée. Il est donc légitime de supposer qu'il en allait de même chez les Celtes, de sorte que c'est dans cette direction qu'il faudrait approfondir les recherches.

5.4. Conclusion

Bien que succinct, l'examen des peuples celtes nous a permis d'établir que toutes les populations n'ont pas apporté les mêmes réponses, en l'occurrence les mêmes postures assises, aux mêmes problèmes. Cette diversité résulte de facteurs pouvant varier d'une civilisation à l'autre, tels que le mode de vie et la symbolique posturale. Ces deux éléments imbriqués présentent des caractères profondément culturels. La prédilection pour un type de posture assise serait-elle donc avant tout dépendante de la culture de chaque peuple ?

6. La Rome antique

En terminant notre parcours par la Rome antique, nous tenterons de comprendre comment un type d'assise peut s'imposer à une civilisation en vertu de la symbolique de l'assis qui est la sienne. Autrement dit, comment et pourquoi la société romaine est devenue dépendante du siège. Pour ce faire, commençons par déterminer les types d'assises usitées et leurs origines.

6.1. Prédominance de l'assis sur un siège et du semi-couché

À l'instar des Grecs, les Romains utilisent principalement deux assis : l'assis sur un siège et le semi-couché. Le premier sert à diverses activités quotidiennes — pour aller, par exemple, au théâtre (Martial, trad. 1968, p. 301 [livre V, VIII] ; Suétone, trad. 1996, p. 101 [livre Auguste, XLIV]), au cirque (Denys d'Halicarnasse, trad. 1999, p. 111 [livre III, 68, 1] ; Dion Cassius, trad. 1968,

p. 387 [livre LX, chap. VII])[44] ou au sénat (Dion Cassius, trad. 1968, p. 205 [livre LVIII, chap. X]) —, quand le second est réservé aux repas (Suétone, trad. 1999, p. 139 [livre Claude, XXXII] ; Mommsen, 1863, p. 30). Ce ne sont donc pas seulement ces deux assises qui sont communes aux Grecs et aux Romains, mais encore leur utilisation. Notons d'ailleurs que ces deux postures sont également présentes chez les Étrusques (Jannot, 1988, pp. 329-330 ; Gran Aymerich, 1976, pp. 419, 420 et 428)[45] et que la transmission directe des Étrusques aux Romains de la chaise curule (tabouret pliant en X) est avérée (Silius Italicus, trad. 1981, p. 116 [livre VIII, 485-490] ; Daremberg & Saglio, 1877, p. 1179). Il y a donc bien, au moins entre les Grecs, les Étrusques et les Romains[46], une continuité de l'assis et de son utilisation.

Tout en supposant donc que la symbolique romaine de l'assis s'inscrive dans la continuité de celles des civilisations antérieures ou concomitantes — ce que viennent confirmer de nombreux points communs —, nous nous attacherons cependant à mettre en avant les transformations apportées par les Romains, en essayant d'identifier les causes et conséquences de ces modifications.

6.2. Une assise devenue mobile

La première transformation majeure que nous retiendrons constitue une véritable révolution, non pas en raison de la nouveauté de l'assise ou de l'objet qui la supporte, mais bien par le fait que cette posture s'apparente dorénavant à un moyen de locomotion : si la posture reste statique, l'objet qui la supporte — litière ou chaise à porteurs — devient, lui, mobile.

La popularité de ce moyen de transport est probablement due à l'encombrement des voies de communication des cités antiques : pour les personnes qui en ont les moyens, la litière et la chaise à porteurs permettent de se libérer du flot de la rue (Juvénal, trad. 1974, p. 30 [livre III, 240-245] ; Carcopino, 2002, p. 287). Ces assises, dorénavant mobiles, apparaissent dès lors comme un privilège, un symbole de richesse et/ou de statut social élevé (Martial, trad. 1968, p. 143 [livre II, LVII]). Le droit d'en user peut d'ailleurs être aussi bien accordé que retiré (Suétone, trad. 1999, p. 137 [livre Claude, XXVIII]). Elles ne jouissent pas pour autant de connotations uniquement positives : leur trop

44. Outre le texte que nous venons de mentionner (Suétone, trad. 1996, p. 101 [livre Auguste, XLIV]), cf. Carcopino, 2002, p. 272.
45. Par ex., sarcophage des Époux (v. 530 acn) exposé au Musée de la Villa Giulia (Rome).
46. Nous renseignons ici une note qui pourrait appuyer l'hypothèse d'une origine égyptienne : Daremberg & Saglio, 1877, p. 282.

importante utilisation est considérée comme une marque de paresse (Tacite, trad. 1990, p. 77 [livre II, chap. II, 3]) ou de maladie (Tacite, trad. 1990, p. 95 [livre II, chap. XXIX, 2] et trad. 1965, p. 29 [livre I, XXXV]). Ces assises souffrent donc d'une ambivalence symbolique.

6.3. Variabilités de la symbolique de l'assis

À cette ambivalence symbolique vient s'ajouter une variabilité dans le temps. Ainsi, lorsqu'il s'agissait, par exemple, d'assister au spectacle, la station debout fut, pendant au moins une partie de la République romaine (entre environ 162 et 102 acn), préférée à toutes les postures assises (Valère Maxime, trad. 1995, p. 170 [livre II, chap. IV, 2]), en raison de son assimilation à cette qualité physique qu'est l'endurance. Toutefois, cette préférence ne dura qu'un temps et fut ensuite remplacée par le siège (Valère Maxime, trad. 1995, p. 174 [livre II, chap. IV, 6]). Sans surprise, il s'avère donc que l'utilisation et la symbolique d'une posture sont, au sein d'une même civilisation, variables au cours du temps. En ce qui concerne la civilisation romaine, quelles peuvent être les causes de telles variations ?

6.3.1. L'exemple du pouvoir

Pour répondre à cette question, prenons tout d'abord l'exemple de l'assis tel qu'il se manifeste dans la sphère du pouvoir. Sous la monarchie romaine, le roi concentre toutes les formes de pouvoir et la chaise curule constitue l'un des symboles majeurs de sa royauté. Ce siège symbolise donc, par l'intermédiaire du roi, le pouvoir qu'il soit politique (Denys d'Halicarnasse, trad. 1991, p. 426 [livre IV, XXXVIII]), religieux ou judiciaire (Mommsen, 1863, p. 203). Cette fonction symbolique transparaît encore plus clairement lorsque le monarque se décharge d'une partie de ses attributions : cette délégation du pouvoir s'accompagne alors par la transmission de la chaise curule (Tite-Live, trad. 1995, p. 33 [livre I, 20]).

Sous la République, ces anciennes attributions royales sont clairement séparées et réparties entre différents individus (Tite-Live, trad. 1991, p. 3 [livre II, 2] et Tite-Live, trad. 1986, p. 69 [livre XL, 42]), ce qui entraîne une propagation de l'usage de cette chaise curule à tous les nouveaux acteurs du pouvoir (Quintillien, trad. 2003[d], p. 259 [livre XI, chap. III, 134] ; Mommsen, 1862, p. 318 et p. 336 ; David & Dondin, 1980, p. 203). Cette multiplication d'intervenants ayant fait prendre conscience de la nécessité de hiérarchiser davantage les différents niveaux de pouvoir, l'assis a été le moyen choisi pour atteindre cet objectif (Dumézil, 1966, p. 149). L'abandon de la royauté n'a donc

pas affaibli la symbolique de l'assis, puisque la représentation du pouvoir au moyen de la chaise curule s'est au contraire généralisée tout en s'individualisant en fonction du type et du niveau de pouvoir. Certes, la chaise curule n'est plus le privilège exceptionnel d'une seule personne — le roi en l'occurrence —, mais son utilisation plus fréquente est venue encore davantage renforcer le lien symbolique qui l'associe au pouvoir. Au cours de cette évolution, si la symbolique de l'assis a donc perdu en intensité, elle y a gagné en extension.

Sous l'Empire, les pouvoirs politique, religieux et judiciaire sont à nouveau incarnés par une seule et même personne (Richard, 1966, p. 127 ; Carcopino, 2002, p. 74). Les empereurs marquent cette centralisation par la singularité sans faille de leur assise, à l'image des premiers rois romains voire des dieux eux-mêmes (Suétone, trad. 1996, p. 51 [livre César, LXXVI]). Leur recherche de légitimité divine les conduit même à diviniser les attributs impériaux. La chaise vide devient alors l'objet d'un culte (Tacite, trad. 1990, p. 136 [livre II, 83] et trad. 1962, p. 410 [livre XIV, IV] ; Richard, 1966, p. 137) qui confère une importance démesurée à la symbolique accordée à l'assis sur un siège.

À travers ces trois époques marquantes de la civilisation romaine, l'assis sur un siège a non seulement survécu aux différents renversements politiques, mais en outre tous les pouvoirs (politique, religieux, judiciaire) lui sont restés symboliquement associés. Au gré des changements politiques, la symbolique de l'assis a certes varié en intensité et en extension, mais cette posture n'a pas cessé d'être un élément figuratif essentiel du pouvoir. On conçoit dès lors que des évolutions politiques de plus grande ampleur puissent être une cause potentielle de la variabilité historique de la symbolique de l'assis.

6.3.2. L'exemple du repas

Pour identifier une autre cause possible de la variabilité de la symbolique de l'assis, prenons cette fois pour exemple l'évolution de l'assis lors du repas. En effet, dans ce cas l'usage du semi-couché n'a pas toujours été de mise dans la civilisation romaine, puisque, selon Mommsen (1963, p. 30), « les premiers Romains, les Crétois et les Laconiens mangeaient assis, et non couchés sur des lits comme ils le feront plus tard ». Cet abandon de la position assise au profit de la position semi-couchée n'est pas sans conséquence sur la symbolique de cette posture. Alors que l'assis sur un siège était très valorisé dans la société romaine, l'utilisation de cette même posture devient, quand il s'agit du repas, dégradante (Martial, trad. 1968, p. 345 [livre V, LXX] ; Carcopino, 2002, p. 307) et synonyme de pauvreté (Valère Maxime, trad. 1997, p. 41 [livre IV, chap. III, 5]). Mais est-ce la modification d'un usage — en l'occurrence la prise

du repas — qui a transformé la symbolique de l'assis ou l'inverse ? Pour tenter de le déterminer, essayons d'en savoir plus sur les causes d'un tel changement d'usage.

Rappelons tout d'abord que cette substitution d'assise s'est faite en plusieurs étapes. Dans un premier temps, le semi-couché fut réservé aux hommes. Il est ensuite passé dans la représentation des dieux, pour enfin être étendu aux femmes (Valère Maxime, trad. 1995, p. 157 [livre II, chap. I, 2] ; Carcopino, 2002, p. 307). Nous pouvons supposer que cette dernière phase résulte d'une perte progressive de la suprématie paternelle dans la cellule familiale (Carcopino, 2002, pp. 97-98). Dans ce cas, la modification de l'usage de l'assis découlerait d'un changement de mentalité. Cette hypothèse est implicitement confirmée par différents écrits d'auteurs romains (Suétone, trad. 1993, pp. 85-86 [livre Domitien, VIII]).

6.4. Fonctions de la symbolique de l'assis

Après avoir identifié différents facteurs susceptibles d'influencer la symbolique de l'assis, focalisons-nous sur les fonctions de cette dernière. La première d'entre elles fait de l'assis un langage non verbal. Certes, la communication non verbale au moyen de l'assis n'est pas une spécificité romaine, mais les Romains l'ont perfectionné. Certaines significations sont toujours présentes, mais leur sens a été étendu. Ainsi le message de punition, figuré par une position considérée comme humiliante, est également un moyen de marquer la soumission d'un individu[47]. De même, si les Romains conservent la signification que les Grecs attribuaient au fait de s'asseoir à côté d'une personne, à savoir une manière de marquer la considération qu'on lui porte (Tacite, trad. 1959, p. 185 [livre IV, XVI]), ils semblent l'amplifier : désormais s'asseoir auprès d'une personne signifie lui apporter son soutien, que ce soit au sénat[48] ou lors d'un jugement (Quintillien, trad. 2003[b], p. 118 [livre V, chap. VII, 32] et trad. 2003[d], p. 259 [livre XI, chap. III, 133]), ce qui n'exclut pas d'autres significations, par exemple l'apaisement (Suétone, trad. 1996, p. 101 [livre Auguste, XLIII] ; Tacite, trad. 1959, p. 185 [livre IV, XVI]). Ce langage non verbal de l'assis est d'ailleurs à ce point répandu et bien maîtrisé qu'il peut devenir un moyen de

47. S'asseoir au pied d'un autre ou voir son siège détruit par un tiers est un acte considéré comme humiliant (Valère Maxime, trad. 1995, p. 136 [livre I, chap. VII, 6] ; David & Dondin, 1980, p. 199 ; Brunaux, 2005, pp. 189-190).

48. Les sénateurs étant assis en groupe d'alliés, la défection d'un des membres du groupe se marque par le fait que ses anciens alliés quittent leur siège, refusant de s'asseoir près de lui (Dion Cassius, trad. 1968, p. 205 [livre LVIII, chap. X]).

manipulation[49]. Cette fonction de la symbolique de l'assis est donc à la fois très riche et profondément ancrée dans l'inconscient collectif[50] des Romains.

Sans surprise, la deuxième fonction est la hiérarchisation sociale. Déjà présente chez les Grecs, cette fonction prend, chez les Romains, une ampleur inégalée. Aux distinctions entre hommes et femmes[51] et entre adultes et enfants (Quintillien, trad. 2003[a], p. 32 [livre II, chap. II, para. II, 14] ; Suétone, trad. 1999, p. 139 [livre Claude, XXXII] et Carcopino, 2002, p. 307), qui sont toujours d'actualité, les Romains ajoutent en effet la hiérarchisation des classes sociales. Grâce à l'assis sur un siège et à sa symbolique, les Romains peuvent distinguer une multitude de groupes et de sous-groupes : empereur, consuls, tribuns, sénateurs, chevaliers, soldats, vestales, possesseurs de la prétexte, plébéiens mariés ou non, pérégrins et enfin esclaves[52].

Plus étoffée, la hiérarchisation sociale par l'assis se manifeste également dans un plus grand nombre de domaines de la vie quotidienne : durant le repas[53], au tribunal (Quintillien, trad. 2003[d], p. 260 [livre XI, chap. III, 134]), au théâtre (Suétone, trad. 1999, p. 134 [livre Claude, XXV] et trad. 1996, p. 73 [livre Auguste, XIV]), au cirque[54] ou au sein même du clergé (Dumézil, 1966, p. 149). Cette recrudescence de l'individuation par l'assis et l'omniprésence de sa symbolique font probablement suite à l'apparition de nouveaux statuts et à l'augmentation des lieux de mixité sociale.

Si les origines précises de cette accentuation restent discutables, certaines de ses conséquences sont indéniables. Comme ces enrichissements de la symbolique de l'assis doivent être assimilés avant de pouvoir être appliqués par l'ensemble de la population, les Romains vont codifier les règles de l'assis afin

49. Si Néron utilise l'assis comme marque de prévenance pour rassurer Agrippine, c'est seulement afin de lui faire baisser sa garde et de tenter de l'assassiner (Tacite, trad. 1962, p. 410 [livre XIV, IV]).

50. Nous parlons ici d'« inconscient », car ce langage non verbal provient de règles tacites relatives aux mœurs et à la bienséance. Quant à son caractère « profondément ancré », il se comprend facilement : une communication via un langage, verbal ou non, n'est possible que si toutes les parties en ont une bonne maîtrise.

51. La réforme des places au cirque est assez défavorable pour la gent féminine (Suétone, trad. 1996, p. 101 [livre Auguste, XLIV] ; Carcopino, 2002, p. 272 et p. 307).

52. Outre les textes déjà mentionnés (Martial, trad. 1968, p. 301 [livre V, VIII] ; Suétone, trad. 1996, p. 51 [livre César, LXXVI] et Dion Cassius, trad. 1968, p. 387 [livre LX, chap. VII]), cf. Carcopino, 2002, p. 272 et p. 307.

53. Outre Suétone (trad. 1999, p. 139 [livre Claude, XXXII]), cf. Carcopino, 2002, p. 307.

54. Outre les textes déjà mentionnés (Denys d'Halicarnasse, trad. 1999, p. 111 [livre III, 68, 1] et Dion Cassius, trad. 1968, p. 387 [livre LX, chap. VII]), cf. Carcopino, 2002, p. 272.

de permettre à tous de les comprendre et de les appliquer. Ce faisant, la symbolique de l'assis change de nature : précédemment régie par les mœurs et la bienséance, qui sont tacites (Valère Maxime, trad. 1997, p. 41 [livre IV, chap. V, 1] ; David & Dondin, 1980, p. 204 ; Carcopino, 2002, pp. 240-241), elle est maintenant partiellement déterminée par des règles explicites (Dion Cassius, trad. 1968, p. 387 [livre LX, chap. VII] ; Suétone, trad. 1996, p. 101 [livre Auguste, XLIV]). Ce besoin d'exprimer aussi clairement la symbolique de l'assis témoigne de l'importance que prend cette posture dans la société romaine.

Comme nous avons déjà pu le constater dans la civilisation grecque, une troisième fonction de l'assis est d'être un moyen permettant de marquer le rôle de chacun en symbolisant, certaines affectations : chef politique ou religieux, juge, patriarche, matriarche. Chez les Romains, le siège est bien plus qu'un moyen de figurer un rôle : il en est le garant. La fonction devient inhérente à l'objet. Céder son siège équivaut à perdre les pouvoirs qui lui sont associés. Aussi la perte de sa place assise peut-elle devenir un sujet d'inquiétude (Quintillien, trad. 2003[c], p. 48 [livre VI, chap. III, 57]), à tel point qu'un siège cassé ou seulement renversé est le présage de grands malheurs (Suétone, trad. 1993, pp. 15-16 [Galba, XVIII]). Briser cet objet revient à insulter la personne qui prend place dessus (David & Dondin, 1980, p. 99 ; Brunaux, 2005, p. 199), ce qui se comprend très bien dès lors que détruire le siège revient à déchoir son propriétaire de sa fonction et donc de son statut hiérarchique. Le destin de cet objet et celui de son propriétaire sont donc perçus comme intimement liés.

La dernière fonction de l'assis que nous recenserons concerne la représentation de Rome elle-même. En effet, cette posture est utilisée pour incarner Rome victorieuse et sa domination sur les « barbares » (Brunaux, 2005, pp. 189-190)[55] et le reste du monde (Methy, 1995, p. 34, 44 et 46). Cependant, cette figuration n'est pas utilisée qu'en cas de victoire : quand Rome est vaincue et que la fin est proche, les condamnés de haut rang peuvent choisir d'attendre la mort sur leur siège curule (Valère Maxime, trad. 1997, pp. 225-226 [livre III, chap. II, 7]).

55. Par ex., coupe d'argent provenant du trésor de Boscoreale et figurant Auguste recevant la soumission des peuples barbares (1[re] moitié du I[er] siècle pcn) exposée au Musée du Louvre (Paris).

6.5. Conclusion

La société romaine a donc privilégié deux postures : l'assis sur un siège et, dans une moindre mesure[56], le semi-couché. Ces postures et la symbolique qui leur est associée proviennent en partie de civilisations antérieures tout en ayant subi, au sein même de la société romaine, de multiples transformations à la suite desquelles la symbolique de l'assis n'a cessé de voir son importance augmenter. Profondément ancrée dans l'inconscient de cette population, elle est même devenue un mode de communication à part entière, à tel point que perdre son siège ou en être dépourvu est une situation dramatique qui affecte la personne aussi bien en tant qu'individu qu'en tant que membre de la société. Celui qui est victime d'une telle mésaventure perd « sa place » au sens propre comme au sens figuré. Dès lors, il devient impossible d'adopter d'autres postures assises, non pas qu'elles soient inacceptables[57], mais simplement parce qu'il est inenvisageable de ne pas avoir de siège. Cet objet est donc devenu indispensable, moins en raison de son utilité qu'en vertu de sa portée symbolique.

7. Discussion

Au terme de cette étude qui ne visait qu'à proposer, à grands traits, un canevas général que tout un chacun pourra préciser, nuancer ou infirmer — ce pour quoi nous l'avons qualifiée d'« essai » et non d'« historique » —, tentons de synthétiser nos acquis.

Un premier résultat qui nous parait essentiel est qu'à la différence de nos sociétés occidentales, une large gamme de postures assises était utilisée durant la préhistoire et l'Égypte antique : accroupi, assis sirène, assis par terre une jambe tendue l'autre repliée, assis en tailleur, assis sur un tabouret ou sur une chaise. C'est seulement pendant l'antiquité grecque et romaine qu'une réduction du nombre de postures assises s'est manifestée avec un rejet des assis au sol et une valorisation de l'assis sur un siège et du semi-couché sur un divan. Sans trop préjuger de la suite de cette histoire de la posture assise dont nous n'avons retracé que le début, il semble que cette tendance à la réduction du nombre de postures assises se soit poursuivie jusqu'à nos sociétés occidentales contemporaines au sein desquelles le recours exclusif à l'assis sur un siège est la norme.

56. Nous précisons « dans une moindre mesure », car dans la société romaine, d'une part, cette posture est cantonnée à la prise des repas et au transport et, d'autre part, elle ne bénéficie pas du même poids symbolique.
57. Ce qui est le cas chez les Grecs et, peut-être, chez les Romains, mais nous n'en avons pas trouvé de preuve explicite.

Un deuxième acquis concerne les causes de cette perte de diversité au profit du seul assis sur un siège. Ce ne sont pas des problématiques utilitaires, mais bien la symbolique de la posture assise et plus spécifiquement celle de l'assis sur un siège qui est à l'origine de cette évolution. Le siège — chaise, trône, fauteuil, peu importe comment on le nomme — est un objet vieux de 8 millénaires qui est présent dès les prémisses de nos civilisations. Dès celles-ci, il semble remplir une fonction symbolique essentielle en permettant d'identifier facilement le détenteur du pouvoir grâce à sa position surélevée. À travers les différentes civilisations étudiées, nous avons pu constater l'enrichissement progressif de cette symbolique.

Permettant initialement d'identifier uniquement le détenteur du pouvoir divin et politique, la symbolique du siège a progressivement évolué en rendant possible, dans l'antiquité égyptienne, la hiérarchisation des différents niveaux sociaux. Chez les Grecs, la valorisation du haut au détriment du bas, en rendant symboliquement impropre l'utilisation des assises au sol, laisse qu'une seule alternative acceptable : les différents assis surélevés. La symbolique associée à ceux-ci devient à ce point prégnante chez les Grecs et les Romains que la manière de s'asseoir et le siège lui-même, devenus un langage non verbal à part entière, sont dorénavant indispensables pour identifier les individus et leurs rôles. De ce point de vue, une différence significative existe cependant entre ces deux civilisations. Le Grec s'assoit sur un siège, car c'est une posture assise qui est symboliquement valorisée et qui permet d'identifier son statut ou sa fonction. Il en va de même pour le Romain, si ce n'est que pour lui perdre son siège revient à perdre son statut ainsi que les fonctions associées. Pour lui, ne pas avoir de siège est donc devenu inenvisageable. Finalement, le Romain ne serait-il pas déjà dans la situation qui est aujourd'hui la nôtre : incapable de s'imaginer n'ayant pas de siège ?

Un troisième résultat a été mis en évidence grâce aux peuples celtes. Cette évolution de la symbolique de l'assis — apparue jusqu'ici linéaire — peut donner l'impression que l'hégémonie du siège était inéluctable. Il n'en est rien. Les peuples celtes ont répondu aux mêmes besoins que les Grecs et les Romains, à savoir identifier le détenteur du pouvoir en le mettant en hauteur, mais en choisissant de surélever une assise au sol — et non sur un siège ! — en l'occurrence l'assis en tailleur. Si l'importance symbolique de la posture assise est donc commune à toutes les cultures étudiées, la sélection de l'assis sur un siège n'est donc en rien une évidence puisque d'autres postures peuvent tout aussi bien remplir la même fonction symbolique.

8. Conclusion

Au terme de cette enquête, il semble bien que notre recours exclusif à l'assis sur un siège et notre incapacité à envisager une autre posture assise soient les conséquences de cette histoire de la symbolique de l'assis que nous venons partiellement de retracer. Certes, à notre époque encore, cette symbolique posturale permet d'identifier rapidement la fonction d'un individu[58] et de faire passer bien des messages[59]. Cependant, elle présente l'inconvénient de nous enfermer dans un schéma de pensée où « assis » équivaut à « assis sur un siège ». Envisager de s'asseoir autrement que sur un siège est devenu impossible, car cela impliquerait de repenser toute cette symbolique et tous les codes qui lui sont associés. C'est ce que nous nommons le paradigme de l'assis occidental[60].

Ce paradigme permet d'expliquer pourquoi nous avons consacré les dernières décennies à tenter d'améliorer la chaise de diverses façons : la chaise dynamique (Lawler *et. al.*, 2007 ; O'Sullivan *et. al.*, 2013), l'ouverture de l'angle de l'assise de la chaise (Mandal, 1975, p. 642 ; Corlett, 2009 ; Helander 2003), les dossiers avec supports lombaires (Horton *et. al.*, 2010 ; Mcgill *et. al.*, 2009), etc., mais sans jamais nous intéresser à d'autres postures assises.

La dernière tendance consiste à se mettre debout pour travailler. Cependant, une telle posture manifeste rapidement ses limites : problèmes de fatigues musculaires, douleurs et œdèmes dans les jambes (Garcia *et. al.*, 2016 ; Antle *et. al.*, 2015 ; Cham & Redfern, 2001). Néanmoins, elle pourrait être bénéfique pour limiter certaines douleurs et promouvoir une augmentation minimale d'activité par le changement de posture (Chambers *et. al.*, 2019). Cependant, si c'est le changement de posture (plus que la posture adoptée elle-même) qui est bénéfique comme l'ont suggéré certains auteurs (Slater *et. al.*, 2019 ; Biddle *et. al.*, 2019), il serait intéressant d'évaluer si d'autres postures assises que l'assis sur un siège ne pourraient pas être bénéfiques pour elles-mêmes[61], quitte à ce que les unes et les autres soient combinées.

58. Dans une salle de classe, on ne confondra jamais le siège d'un élève avec celui du professeur ni, dans une entreprise, celui du patron avec celui de la secrétaire.
59. Récemment encore, un évènement marquant de la vie politique anglaise s'est déroulé sans qu'un seul mot ne soit prononcé : un parlementaire de la majorité gouvernementale s'est tout simplement assis du côté de l'opposition au lieu de rejoindre un des sièges de son parti.
60. Pour plus de détail sur le paradigme de l'assis, cf. Bru & Stoffel (2013).
61. Une étude récente (Raichlen *et. al.*, 2020) suggère en effet que l'assis squat puisse avoir un effet bénéfique sur la santé.

Espérons donc que de futures recherches s'attachent à étudier les bénéfices éventuels d'autres postures assises que l'assis sur un siège tout en tenant compte de ces fonctions symboliques qui font que la problématique de l'assis et du siège ne se réduit pas à des questions strictement utilitaires et sanitaires.

Bibliographie

Antle, D. M., Vézina, N., & Côté, J. N. (2015). Comparing Standing Posture and Use of a Sit-Stand Stool : Analysis of Vascular, Muscular and Discomfort Outcomes during Simulated Industrial Work. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 45, 98-106.

Biddle, S. J., Bennie, J. A., De Cocker, K., Dunstan, D., Gardiner, P. A., Healy, G. N., Lynch, B., Owen, N., Brakenridge, C., Brown, W., Buman, M., Clark, B., Dohrn, I.-M., Duncan, M., Gilson, N., Kolbe-Alexander, T., Pavey, T., Reid, N., Vandelanotte, C., Vergeer, I., & Vincent, G. E. (2019). Controversies in the Science of Sedentary Behaviour and Health : Insights, Perspectives and Future Directions from the 2018 Queensland Sedentary Behaviour Think Tank. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(23), 4762. doi: 10.3390/ijerph16234762

Bouché-Leclercq, A. (1904). Le culte dynastique en Égypte sous les Lagides. *Comptes-rendus des séances de l'Académie des inscriptions et belles-lettres*, 48(4), 434-435.

Bru, V., & Stoffel, J.-F. (2013). Plaidoyer pour une remise en cause du paradigme occidental de l'assis. *Kinésithérapie, la revue*, 13(143), 12-15.

Brunaux, J.-L. (2004). *Guerre et religion en Gaule : essai d'anthropologie celtique*. Édition Errance.

Brunaux, J.-L. (2005). *Les Gaulois*. (Guide belles lettres des civilisations). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Bruwier, M.-C. (1975). *L'usage du siège, en Égypte, à la XVIII*[e] *dynastie* (mémoire de licence sous la direction de C. Vandersleyen). Louvain-la-Neuve : Université catholique de Louvain ; Institut supérieur d'archéologie et d'histoire de l'art.

Carcopino, J. (2002). *Rome à l'apogée de l'Empire : la vie quotidienne*. Hachette Littératures.

Cham, R., & Redfern, M. S. (2001). Effect of Flooring on Standing Comfort and Fatigue. *Human Factors*, 43(3), 381-391.

Chambers, A. J., Robertson, M. M., & Baker, N. A. (2019). The Effect of Sit-stand Desks on Office Worker Behavioral and Health Outcomes : A Scoping Review. *Applied Ergonomics*, 78, 37-53.

Charles-Gaffiot, J. (2011). *Trônes en majesté : l'autorité et son symbole* (avec les contributions de J.-J. Aillagon, C. Delsol et P. Lauvaux). Paris : Les éditions du Cerf.

Corlett, E.N. (2009) Ergonomics and Sitting at Work. *Work*, 34(2), 235-238. doi: 10.3233/WOR-2009-0920.

Daremberg, C. V., & Saglio, E. (1877). *Dictionnaire des antiquités grecques et romaines*. Hachette.

David, J.-M., & Dondin, M. (1980). Dion Cassius XXXVI, 41, 1-2. *Mélanges de l'École française de Rome. Antiquité*, 92(1), 199-213.

Denys d'Halicarnasse (1961). *The Roman antiquities. Vol. II : Book III-IV* (with an English translation by E. Cary, on the basis of the version of E. Spelman). London : William Heinemann ; Cambridge (Mass.) : Harvard University Press.

Denys d'Halicarnasse (1999). *Antiquités romaines. Tome III : Livre III* (texte établi et traduit par J.-H. Sautel). (Collection des Universités de France). Paris : Les Belles Lettres.

Diodore de Sicile (1970). *[Library of History]. Vol. 3 : Books IV (continued) 59 – VIII* (with an English translation by C. H. Oldfather). (The Loeb classical library ; 340). London : William Heinemann ; Cambridge (Mass.) : Harvard University Press.

Diodore de Sicile (1993). *Bibliothèque historique : introduction générale* (par F. Chamoux et P. Bertrac). *Livre I* (texte établi par P. Bertrac et traduit par Y. Vernière). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Dion Cassius (1968). *Roman History. Vol. VII* (with an English translation by E. Cary, on the basis of the version of H. B. Foster). Cambridge (Mass.) : Harvard University Press ; London : William Heinemann.

Dumézil, G. (1966). *La religion romaine archaïque*. Paris : Payot.

Duval, P.-M. (1977). *Les Celtes*. (L'univers des formes). Paris : Éditions Gallimard.

Duval, P.-M. (1989). L'art des Celtes et de la Gaule. Dans P.-M. Duval. *Travaux sur la Gaule (1946-1986)* (pp. 505-533). (Publications de l'École française de Rome ; 116). Rome : École française de Rome.

Duval, P.-M. (1993). *Les dieux de la Gaule* (édition augmentée). (Histoire Payot). Paris : Éditions Payot.

Galarza, J. (1978). Lire l'image aztèque. *Communications*, 29, 15-42

Garcia, M.-G., Wall, R., Steinhilber, B., Läubli, T., & Martin, B. J. (2016). Long-Lasting Changes in Muscle Twitch Force During Simulated Work While Standing or Walking. *Human Factors*, 58(8), 1117-1127.

Gimbutas, M. (1989). *The Language of the Goddess*. Thames and Hudson.

Gran Aymerich, J. M. J. (1976). À propos des vases à tenons perforés et du thème des personnages assis. *Mélanges de l'École française de Rome. Antiquité*, 88(2), 397-454.

Grand Robert de la langue française. Tome 1 : A – Char (2001). (2e édition dirigée par A. Rey). Paris : Dictionnaires Le Robert.

Gricourt, D., & Hollard, D. (1991). Taranis, caelestiorum deorum maximus. *Dialogues d'histoire ancienne*, 17(1), 343-400.

Helander, M. G. (2003). Forget about Ergonomics in Chair Design ? Focus on Aesthetics and Comfort ! *Ergonomics*, 46(13-14), 1306-1319.

Hérodote (1963). *Histoires. Livre 2 : Euterpe* (texte établi et traduit par P.-E. Legrand ; 4e tirage). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Hérodote (1964). *Histoires. Livre 1 : Clio* (texte établi et traduit par P.-E. Legrand ; 4e tirage revu et corrigé). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Homère (1962). *L'Odyssée, « poésie homérique ». Tome 1 : Chants I-VII* (texte établi et traduit par V. Bérard ; 6e tirage). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Homère (1963a). *L'Odyssée, « poésie homérique ». Tome 2 : Chants VIII-XV* (texte établi et traduit par V. Bérard ; 7e tirage). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Homère (1963b). *L'Odyssée, « poésie homérique ». Tome 3 : Chants XVI-XXIV* (texte établi et traduit par V. Bérard ; 6e tirage). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Homère (1967). *Iliade. Tome 3 : Chants XIII-XVIII* (texte établi et traduit par P. Mazon avec la collaboration de P. Chantraine, P. Collart et R. Langumier ; 6e tirage). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres », 1967.

Homère (1970). *Iliade. Tome 4 : Chants XIX-XXIV* (texte établi et traduit par P. Mazon avec la collaboration de P. Chantraine, P. Collart et R. Langumier ; 7e tirage revu et corrigé). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Homère (1972a). *Iliade. Tome 1 : Chants I-VI* (texte établi et traduit par P. Mazon avec la collaboration de P. Chantraine, P. Collart et R. Langumier ; 7e tirage). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Homère (1972b). *Iliade. Tome 2 : Chants VII-XII* (texte établi et traduit par P. Mazon avec la collaboration de P. Chantraine, P. Collart et R. Langumier ; 6e tirage). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Horton, S. J., Johnson, G. M., & Skinner, M. A. (2010). Changes in Head and Neck Posture Using an Office Chair with and Without Lumbar Roll Support. *Spine (Phila Pa 1976)*. 35(12), E542-8. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181cb8f82.

Jannot, J.-R. (1988). Musiques et musiciens étrusques. *Comptes-rendus des séances de l'Académie des inscriptions et belles-lettres*, 132(2), 311-334.

Juvénal (1974). *Satires* (texte établi et traduit par P. de Labriolle et F. Villeneuve ; 11e tirage). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Lawler, E., & Hedge, A. (2007). Effects of a Dynamic Seat Pan on Torso Movement, Back Comfort, and Task Performance. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 51(8), 544–548.

Luyster, R. (1965). Symbolic Elements in the Cult of Athena. *History of Religions*, 5(1), 133-163.

Maitre, L. (1899). Le dieu accroupi de Quilly. Figure gauloise. *Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris*, 4/10, 142-153.

Martial (1968). *Epigrams. Vol. 1 : Books I-VII* (with an English translation by W. C. A. Ker). (The Loeb classical library). London : William Heinemann ; Cambridge (Mass.) : Harvard University Press.

Mcgill, S. & Fenwick, C. (2009). Using a pneumatic support to correct sitting posture for prolonged periods : A study using airline seats. *Ergonomics*. 52, 1162-8.

Methy, N. (1995). La représentation de l'Italie dans le monnayage romain de l'époque impériale. *Revue numismatique*, 150, 25-49.

Mandal, A. C. (1975). Letter : Work-chair with Tilting Seat. *Lancet*, 1, 642-643.

Mommsen, T. (1862). *History of Rome* (English translation by the rev. W. P. Dickson). Oxford University Press.

Mommsen, T. (1863). *Histoire romaine* (traduit par C. A. Alexandre). Librairie A. Franck.

O'Sullivan, K., O'Sullivan, P., O'Keeffe, M., O'Sullivan, L., & Dankaerts, W. (2013). The Effect of Dynamic Sitting on Trunk Muscle Activation : A Systematic Review. *Applied Ergonomics*, 44(4), 628-635.

Platon (1934). *La République (livres VIII-X)* (texte établi et traduit par É. Chambry). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Platon (1956). *Les Lois (livres VII-X)* (texte établi et traduit par A. Diès). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Platon (1989). *Le Banquet* (notice de L. Robin, texte établi et traduit par P. Vicaire avec le concours de J. Laborderie). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Quintillien (2003[a]). *Institution oratoire. Tome 2 : (livres II-III)* (texte établi et traduit par J. Cousin ; 4[e] tirage). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Quintillien (2003[b]). *Institution oratoire. Tome 3 : (livres IV-V)* (texte établi et traduit par J. Cousin ; 2[e] tirage). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Quintillien (2003[c]). *Institution oratoire. Tome 4 : (livres VI-VII)* (texte établi et traduit par J. Cousin ; 2[e] tirage). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Quintillien (2003[d]). *Institution oratoire. Tome 6 : (livres X-XI)* (texte établi et traduit par Jean Cousin ; 2[e] tirage). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Raichlen, D. A., Pontzer, H., Zderic, T. W., Harris, J. A., Mabulla, A. Z. P., Hamilton, M. T., & Wood, B. M. (2020). Sitting, Squatting, and the Evolutionary Biology of Human Inactivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(13), 7115-7121.

Richard, J.-C. (1966). Tombeaux des empereurs et temples des « divi » : notes sur la signification religieuse des sépultures impériales à Rome. *Revue de l'histoire des religions*, 170(2), 127-142.

Silius Italicus (1981). *La guerre punique. Tome 2 : (livres V-VIII)* (texte établi et traduit par J. Volpilhac). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Slater, D., Korakakis, V., O'Sullivan, P., Nolan, D., O'Sullivan, K.. (2019). "Sit Up Straight" : Time to Re-evaluate. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 49(8), 562-564. doi: 10.2519/jospt.2019.0610.

Strabon (1966). *Géographie. Tome 2 : Livres III et IV* (texte établi et traduit par F. Lasserre). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Strabon (1971). *Géographie. Tome 7 : Livre X* (texte établi et traduit par F. Lasserre). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Strabon (1978). *Géographie. Tome 5 : Livre VIII* (texte établi et traduit par R. Baladie). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Suétone (1993). *Vies des douze Césars. Tome 3 : (Galba. Othon. Vitellius. Vespasien. Titus. Domitien)* (texte établi et traduit par H. Ailloud ; 2e tirage de la 4e édition revue et corrigée). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Suétone (1996). *Vies des douze Césars. Tome 1 : (César. Auguste)* (texte établi et traduit par H. Ailloud ; 7e tirage). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Suétone (1999). *Vies des douze Césars. Tome 2 : (Tibère. Caligula. Claude. Néron)* (texte établi et traduit par H. Ailloud ; 8e tirage). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Tacite (1959). *Annales. Tome 2 : (livre IV-XII)* (texte établi et traduit par H. Goelzer). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Tacite (1962). *Annales. Tome 3 : (livre XIII-XVI)* (texte établi et traduit par H. Goelzer). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Tacite (1965). *Histoires. Tome 1* (texte établi et traduit par H. Goelzer ; 6e tirage). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Tacite (1990). *Annales. Tome 1 : (livre I-III)* (texte établi et traduit par P. Wuilleumier ; 3e tirage revu et corrigé). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Tite-Live (1986). *Histoire romaine. Tome 30 : (livre XL)* (texte établi et traduit par C. Gouillart). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Tite-Live (1991). *Histoire romaine. Tome 2 : (livre II)* (texte établi par J. Bayet et traduit par G. Baillet ; 6e tirage revu et corrigé). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Tite-Live (1995). *Histoire romaine. Tome 1 : (livre I)* (texte établi par J. Bayet et traduit par G. Baillet ; 14e tirage revu, corrigé et augmenté). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Valère Maxime (1995). *Faits et dits mémorables. Tome 1 : (livre I-III)* (texte établi et traduit par R. Combes). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

Valère Maxime (1997). *Faits et dits mémorables. Tome 2 : (livre IV-VI)* (texte établi et traduit par R. Combes). (Collection des universités de France). Paris : Société d'édition « Les Belles Lettres ».

« Les saints ont la parole »
L'anthropologie biologique et les reliques

Caroline Polet[(1)], Philippe Lefèvre[(2)], Jean-Pol Beauthier[(2)]
et Philippe George[(3)]

[(1)] *Direction opérationnelle Terre et histoire de la vie,*
Institut royal des sciences naturelles de Belgique
[(2)] *Laboratoire d'anatomie, de biomécanique et d'organogenèse (LABO),*
Faculté de médecine
Université libre de Bruxelles
[(3)] *Conservateur honoraire du trésor de la Cathédrale de Liège*
caroline.polet@naturalsciences.be

Résumé. – Depuis la fin du XXe siècle, les autorités ecclésiastiques autorisent, voire encouragent, l'analyse scientifique des reliquaires et de leurs contenus. Ces analyses sont réalisées par des experts regroupant un ensemble de domaines de recherche : historiens, anthropologues, médecins légistes, archéologues, spécialistes des datations, des métaux, des textiles, etc. À travers de nombreux exemples dans lesquels nous développerons principalement les résultats de l'analyse des restes humains, nous verrons que ces études pluridisciplinaires ont livré des données parfois surprenantes.

Abstract. – Since the late 20th century, ecclesiastical authorities have authorised, and even encouraged, the scientific analysis of reliquaries and their contents. These analyses are performed by experts from a wide range of research fields: historians, anthropologists, forensic scientists and archaeologists, as well as specialists in chronological dating, metals, textiles, etc. We will demonstrate, by means of numerous examples focussing mainly on the analysis of human remains, that these multidisciplinary studies can yield some startling results.

Mots-clés. – Anthropologie biologique — Belgique — Datations — Hagiologie — Reliques.

Plan de l'article

1. Introduction

« Cependant si l'on faisoit la revision des reliques avec une exactitude un peu rigoureuse, dit un savant bénédictin, il se trouveroit qu'on a proposé à la piété des fidèles un grand nombre de fausses reliques à révérer, & qu'on a consacré des ossements, qui loin d'être d'un bienheureux, n'etoient peut-être pas même d'un chrétien. » (Diderot & d'Alembert, *L'Encyclopédie* […], t. XIV, Neufchastel, 1765, p. 89).

La présente contribution traite de l'apport de l'anthropologie biologique à la connaissance des individus dont les restes ont été rassemblés dans des reliquaires conservés dans diverses églises catholiques de Belgique. Afin de remettre ces recherches dans leur contexte, il nous a paru opportun de commencer l'article en rappelant quelques généralités sur les reliques et sur les analyses scientifiques dont elles ont déjà fait l'objet.

D'abord quelques jalons historiques sur le culte des reliques et leur histoire en renvoyant pour toute référence bibliographique complémentaire à l'ouvrage du quatrième contributeur (Ph. G. : George, 2018) et à la notice de dictionnaire d'Edina Bozoky (2020).

Ensuite un bref rappel de l'utilisation des techniques actuelles d'analyse et de leur développement.

Enfin nous développerons une série d'études pluridisciplinaires récentes dans lesquelles trois d'entre nous (C.P., P. L. et J.-P. B.) ont été impliqués pour la réalisation du volet anthropologique. Elles concernent les vestiges supposés de sainte Rolende, de saint Guidon, de saint Norbert, de Jacques de Vitry, du

bienheureux Idesbald et des saintes Harlinde et Relinde. De pluridisciplinaires, elles sont même devenues interdisciplinaires par le dialogue scientifique fructueux qui s'est instauré entre les acteurs.

L'intérêt du public, croyant ou non, pour les reliques est aujourd'hui toujours manifeste. Il peut se rapporter à leur caractère religieux et sacré, patrimonial, mystérieux voire macabre. En témoignent les nombreuses visites d'églises et de leurs trésors ainsi que le succès des expositions qui leur sont consacrées. La question centrale et fréquente est l'authenticité de ces reliques. Des questions se posent aussi sur leur mode d'acquisition et sur leur histoire. Jusqu'au XXe siècle, l'authentification d'une relique se basait uniquement sur des arguments d'autorité, l'existence d'authentiques et d'autres sources écrites, l'accomplissement de miracles ou de révélations mystiques (rêve, apparition, vision) (Lenain, 2008).

Depuis quelques décennies, la science moderne s'intéresse aux reliques, apportant des précisions utiles. Outre les investigations portant sur le suaire de Turin, les chercheurs se penchent assidûment sur de nombreux restes humains. Idéalement, sur base de notre expérience, un dossier devrait comporter :

1. un inventaire détaillé des pièces osseuses et dentaires avec distinction entre restes humains et restes animaux (comme dans le cas de l'étude de Guidon, d'Harlinde et Relinde) ;
2. une observation de l'aspect et de la couleur des restes afin de montrer s'ils ont été incinérés (comme pour Harlinde et Relinde) ou au contact avec des objets métalliques (comme pour les restes retrouvés dans la châsse de sainte Odile à Borgloon dont l'étude est en cours) ;
3. une étude morphométrique de certains caractères osseux et dentaires afin de déterminer l'origine géographique (comme pour Guidon et Norbert), le sexe, l'âge au décès et la stature ;
4. une inspection des restes à l'œil nu et par imagerie médicale afin mettre en évidence des particularités physiques (caractères discrets[1]), des marqueurs d'activité[2], des pathologies telles des fractures (comme celle de Jacques de

1. Les caractères discrets sont des variations anatomiques non-constantes et généralement asymptomatiques.
2. Les marqueurs d'activité sont des modifications du squelette qui permettent de reconstituer les activités physiques des populations du passé.

Vitry) ou des maladies, des interventions chirurgicales comme des trépanations[3] ;

5. un examen approfondi des surfaces osseuses afin de détecter les traces d'éventuels traitements *post mortem* comme la mise en place de dispositifs de présentation des reliques (clous chez Guidon) ou un démembrement du cadavre (traces de découpes chez Jacques de Vitry) ;

6. l'application d'analyses isotopiques afin de dater, de reconstituer le régime alimentaire (comme chez Jacques de Vitry pour expliquer le décalage entre date radiométrique et date biographique) et d'identifier l'origine géographique (comme pour les reliques du couvent des Brigittines de Pirita en Estonie, Taavitsainen *et al.*, 2018) ;

7. le recours aux analyses moléculaires afin d'identifier l'origine géographique et le sexe (comme pour Jacques de Vitry) ou d'autres caractéristiques physiques comme la couleur des yeux, des cheveux et de la peau (pas encore appliqué aux reliques mais à d'autres restes humains anciens, Beleza *et al.*, 2013 ; Wilde *et al.* 2014) ;

8. l'utilisation de la photogrammétrie ou de la tomodensitométrie puis de reconstitutions 3D pour effectuer des remontages virtuels (fragments de crânes de Guidon) ou des reconstitutions faciales (comme pour Idesbald afin de faciliter son identification et à des fins muséologiques).

Ainsi il est possible d'en savoir davantage sur l'identité des personnes dont les restes ont été rassemblés dans les reliquaires, leur mode de vie, leur état sanitaire et les traitements *post mortem* qu'ils ont subis. Il est bien sûr qu'une incompatibilité d'attribution de sexe, d'âge au décès, ou de datation permet d'exclure l'attribution de restes à l'un ou l'autre personnage mais, si les éléments correspondent aux données historiques, il est souvent impossible de conclure avec certitude à cette attribution[4]. De plus, le fractionnement et la taille infime de certaines reliques ne facilitent pas la tâche des chercheurs.

3. La lacune circulaire présente dans l'os pariétal droit de saint Aubert d'Avranches, fondateur présumé du Mont-Saint-Michel, serait due à un kyste épidermoïde (tumeur bénigne rare) plutôt qu'à une trépanation (Thillaud, 2006).

4. Une comparaison entre l'ADN extrait des restes du saint et celui d'individus apparentés ou de descendants actuels (comme cela a été effectué pour le roi Richard III d'Angleterre, King *et al.*, 2014) pourrait permettre d'être plus affirmatif quant à son identification. Dans le cadre de l'étude d'Idesbald van der Gracht, des descendants avaient été contactés afin de réaliser des comparaisons ADN mais, étant donné que les datations radiocarbone ont montré qu'il ne pouvait s'agir de lui (cf. § 2.5.), ces analyses ont été abandonnées.

1.1. Qu'est-ce qu'une relique ?

Le mot « relique » vient du latin « *reliquiae* » qui signifie « restes ». Pour rester simple et se servir d'instruments de travail bien connus, l'*Encyclopédie* de d'Alembert et Diderot (1765, pp. 89-91) définit le terme comme « Ce qui nous reste d'un saint ; os, cendres, vêtements, et qu'on garde respectueusement pour honorer sa mémoire. ». Le *Littré* (1874, pp. 1585-1586) ajoute qu'il peut également s'agir de l'instrument de leur torture (comme la colonne de flagellation du Christ qui se trouve à Rome). Quant au *Larousse*, il mentionne qu'une relique peut aussi être un objet témoin du passé auquel on attache le plus grand prix. La spécificité de la relique dans le monde catholique latin réside dans la vertu qu'elle dégage auprès des fidèles pour obtenir satisfaction de leurs requêtes par l'intercession du saint auprès de Dieu. De manière plus générale, le mot « relique » est assimilé à tout ce qui a touché le saint et acquiert de la sorte une valeur quasi magique.

Les reliques chrétiennes ont eu un développement important en matière de durée, de quantité et de diversité, mais le culte des reliques concerne également d'autres religions comme l'Islam, le Bouddhisme et les religions traditionnelles africaines (Van Os, 2000). Par extension, ce phénomène s'est étendu aux reliques profanes d'individus considérés comme des modèles et vénérés. Faut-il mentionner, par exemple, le cœur d'Anne de Bretagne, le doigt de Galilée, le corps de Lénine, voire les cheveux d'Elvis Presley ou les boots de Claude François ?

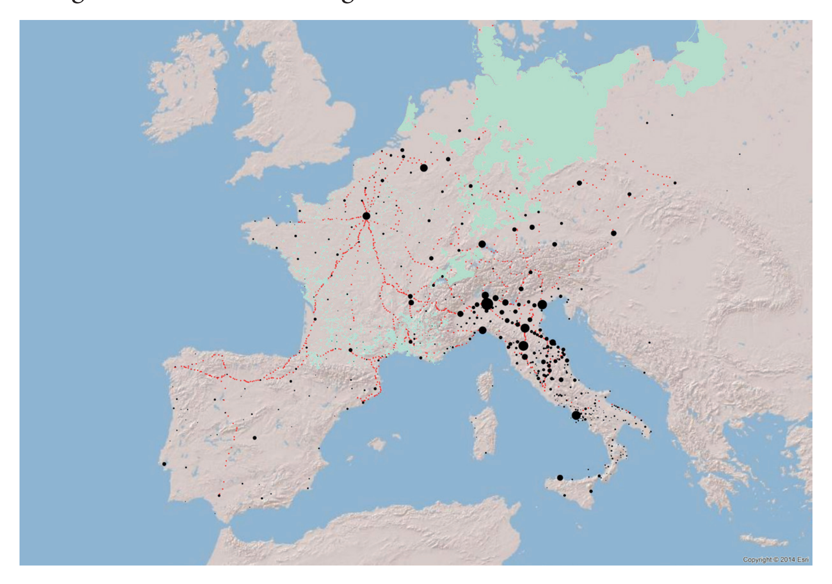
Selon les auteurs et les époques, des typologies de reliques ont été établies.

Retenons seulement ici la différence principale entre les reliques corporelles (réelles), les ossements des saints, et les reliques représentatives (par contact), tout ce qui a touché le saint et/ou ses reliques réelles. Enfin les reliques historiques (« multi-reliques ») sont attachées à un personnage célèbre : tous les objets liés au souvenir du Christ ou du saint, de son histoire comme de sa légende, les objets lui ayant servi ou appartenu, tout au moins réputés tels les vêtements, des ustensiles de la vie quotidienne, mais aussi des instruments de sa pénitence, de sa captivité ou de son supplice. La plus célèbre des reliques historiques est le Bois de la Sainte Croix. Pour résumer, seront ainsi concernés par leurs reliques des personnages de la Bible, le Christ ou des membres de sa famille ou de son entourage, des saints des premiers temps, comme les anciens martyrs, et les saints plus récents, voire très récents.

Les reliques pouvaient venir directement de Terre sainte, comme des fragments de la Vraie Croix ou d'autres objets liés à la Passion ou à la vie du Christ

rapportés à Constantinople ou en Occident, par exemple par les Croisés. Les centres de fabrication, de distribution et de commerce de reliques se sont multipliés (Durand, 2009 ; Baciocchi & Duhamelle, 2016).

Des villes se font connaître par la célébrité de leurs reliques et parfois même le pèlerin en rapporte des souvenirs, terre, pierres ou tissus soustraits de ces sites associés aux reliques vénérées. Une géographie de *loca sanctorum* se dégage : Rome, la Terre sainte, Constantinople ou, plus près de nous, Aix-la-Chapelle avec ses grands souvenirs carolingiens.



Illus. n°1.
Carte de répartition des reliques romaines.
Source : Baciocchi & Duhamelle, 2016.

De nombreux restes de « martyrs » ont aussi été exhumés des catacombes romaines. Faut-il rappeler ici le beau récit d'Éginhard († 840) sur le trafiquant romain Deusdonat et les reliques des saints Pierre et Marcellin ? À l'époque moderne, des reliques des catacombes sont dispersées à travers l'Europe (illus. n°1) et le Nouveau Monde. Le sac de Constantinople en 1204 amena en Occident de multiples vestiges sacrés souvent conservés dans des œuvres d'art remarquables. Reliques riment aussi avec pèlerinages : comment ne pas parler de Saint-Jacques de Compostelle ou de tous ces lieux célèbres sur les chemins d'étoiles (Demarthe & Mocellin, 2019) ? Deux sources importantes d'approvisionnement de reliques jalonnent, par leur quantité, le Moyen Âge et même l'époque moderne : Cologne et les restes attribués aux 11.000 Vierges, saint Maurice d'Agaune et les Martyrs thébains.



Illus. n°2.
Châsse de saint Guidon réalisée en 1851 par l'orfèvre malinois François Henri Van Beveren.

Collégiale Saints-Pierre-et-Guidon.
Photo : Hervé Pigeolet (© IRPA-KIK Bruxelles).



Illus. n°3.
Bras-reliquaires gauche et droit d'Harlinde et Relinde conservés dans l'église Sainte-Catherine de Maaseik.

(© IRPA-KIK, Bruxelles).



Illus. n°4.
Monstrance, XVIIIe siècle, conservée dans la collégiale Saints-Pierre-et-Guidon d'Anderlecht.

Elle est supposée contenir un bras de saint Guidon.
Photo : Hervé Pigeolet (© IRPA-KIK, Bruxelles).



Illus. n°5.
Tableau-reliquaire du Grand béguinage Sainte-Élisabeth à Gand.

Photo : Jean-Luc Elias
(© IRPA-KIK, Bruxelles).

Pour conserver ou présenter les reliques, divers réceptacles ont été réalisés. Outre l'autel qui contient des reliques nécessaires à sa consécration (voir § 1.3.), il existe différents types de reliquaires (Durand & Durand, 2006) :

1. le simple reliquaire ;
2. la châsse (illus. n°2), dans laquelle est conservée une relique insigne ou parfois le corps entier d'un saint : elle est en forme d'église, de coffre ou de cercueil qui rappelle le sarcophage des défunts ; même en étant désignée comme la châsse d'un saint particulier, la châsse peut aussi contenir d'autres reliques ;
3. le reliquaire anthropomorphique : il épouse la forme du reste humain ou de l'objet qu'il contient (buste-reliquaire, chef-reliquaire, bras-reliquaire (illus. n°3), etc.) ; le reliquaire peut aussi contenir d'autres reliques que celles dont il évoque la forme ;
4. la monstrance (illus. n°4) : c'est un reliquaire portatif destiné à l'exposition des reliques ;
5. le tableau-reliquaire (illus. n°5), qui est un cadre généralement suspendu contenant des reliques souvent minimes accompagnées d'identifications sur papier ou parchemin et muni de décorations diverses.

Les reliquaires contiennent souvent des attestations d'authenticité des reliques. Ces dernières consistent souvent en de petites lanières de parchemin portant le nom du (ou des) saint(s) et appelées « authentiques » (illus. n°6).



Illus. n°6.
Authentique des reliques de saint Guidon :
« *S(ancti) Widonis confessoris xpi (= Christi) reliqui(a)e* »
(11,3 × 1,5 cm).
Photo : Frédéric Leroy (Services des monuments et sites de l'Administration communale d'Anderlecht).

1.2. Fonctions des reliques

Les reliques assuraient de très nombreuses fonctions sociales auprès des communautés qui les vénéraient. Elles pouvaient être protectrices et apotropaïques lorsqu'un danger menaçait (peste, sécheresse, inondation, famine, guerre, etc.), thaumaturgiques et guérir les malades ; elles pouvaient chercher à attirer les grâces divines, par exemple pour favoriser les récoltes ; elles étaient justicières et pacificatrices pour garantir des engagements ou le respect de paix conclues (serment prêté sur des reliques), consolidatrices des liens sociaux en donnant un sentiment de cohérence au quotidien (processions, pèlerinages, etc.). Les reliques peuvent aussi se révéler un marqueur spatial d'appartenance territoriale, une source de prestige et de pouvoir habillement exploitée, et surtout une source d'enrichissement financier, grâce à la générosité des croyants et au succès des pèlerinages. L'intercession du saint auprès de Dieu contente le fidèle et la relique est le signe tangible de la protection accordée.

1.3. Histoire du culte des reliques du christianisme latin

Le culte des reliques a commencé avec les premiers chrétiens d'Afrique du Nord, qui se réunissaient et priaient sur les lieux de mémoire ou d'ensevelissement des plus méritants des leurs. Par la suite (à partir du IVe siècle, saint Augustin), les rites eucharistiques ont été célébrés sur des autels qui contiennent des reliques indispensables pour leur consécration. Sont ensuite apparus la *translatio* — translation, pratique qui consiste à transporter les restes d'un saint d'un lieu à un autre — et le fractionnement des corps. Au Moyen Âge, lorsque le culte des saints est si fervent, on assiste à une demande croissante de reliques : il faut fournir les églises, les monastères, les papes, les évêques et même des laïcs. S'en sont donc suivis des échanges, du commerce, du trafic et même des vols — les *furta sacra*. La dévotion populaire fit beaucoup — *vox populi, vox Dei* — et les autorités ecclésiastiques officialiseront le culte par une reconnaissance officielle, l'*elevatio*, élévation de la tombe sur les autels. Toutefois la reconnaissance de la sainteté va progressivement être le domaine réservé de la papauté, avec des procédures de canonisation (Vauchez, 1981). Cette circulation des reliques est importante aux yeux des historiens : elle permet d'appréhender les contacts humains et débouche sur une meilleure connaissance de très nombreux dossiers d'histoire, d'histoire de l'art ou d'archéologie. Ignorer le culte des reliques, c'est s'exposer à ne rien comprendre à la société médiévale. Les « routes de la foi » sont aussi les routes d'une meilleure connaissance de la vie sociale.

Si, au Moyen Âge des esprits brillants comme le moine Guibert de Nogent (±1053 - ±1125) ont exprimé des doutes sur l'authenticité de certaines reliques, il faut attendre le XVIe siècle et la Réforme pour que le culte subisse les critiques les plus virulentes. Martin Luther (1483-1546) expose ses *95 thèses contre les indulgences* (1517) à Wittenberg, lieu particulièrement riche en reliques, et Jean Calvin (1509-1564), dans son *Traité des reliques* (1543), dresse un inventaire satirique des grandes reliques pour démontrer leur fausseté. En fait, tous deux dénoncent l'idolâtrie que le culte des reliques véhiculerait. En réponse à ces critiques protestantes, l'Église réaffirmera lors du concile de Trente (Italie, 1545-1563), la légitimité du culte des saints et des reliques, en y mettant quand même un peu d'ordre.

Au cours des siècles, les reliques furent à de nombreuses reprises profanées, volées ou détruites : invasions normandes, incursions musulmanes, Réforme… Restent à apprécier les dégâts réels. La Révolution française leur a porté le coup de grâce et causé de nombreux dommages, entraîné leurs dispersions ou leurs regroupements et des dissociations de leur reliquaire. De nombreuses reliques furent néanmoins soustraites à la fureur des iconoclastes et mises à l'abri. Lors de la Restauration (1814-1830), les reliques retrouvèrent, au propre comme au figuré, leur place dans les églises.

Pour résumer, on constate ainsi un *risorgimento* postridentin et baroque spectaculaire dans l'art comme dans les croyances toujours professées. Après la Révolution française, s'accomplit un phénomène semblable au XIXe siècle avec l'art néogothique en pleine admiration pour un certain Moyen Âge.

Le Concile Vatican II (1962-1965) porta un nouveau coup dur aux reliques, souvent remisées et/ou abandonnées. Leur culte n'en disparut pas pour autant, surtout dans les pays latins ou la Pologne. De nouveaux saints, comme Padre Pio (1887-1968) ou Mère Teresa (1910-1997), suscitèrent de nouvelles reliques après leur béatification puis canonisation et faut-il rappeler que le pape Jean-Paul II (1920-1978-2005) a canonisé 482 saints. L'Église catholique est actuellement occupée à réorganiser le culte des reliques et semble laisser toute liberté à ses évêques dans une sorte de fédéralisme, dans le respect de la tradition mais aussi des progrès de la science.

L'importance des reliques n'est plus à démontrer. Tout comme le dossier anthropologique évoqué ci-dessus, rappelons la préparation indispensable du dossier historique avant toute ouverture de reliquaire, comme pour une fouille archéologique.

1.4. Les reliques à l'épreuve de la science

Les études qui dépassent le stade du simple inventaire remontent au XIXe siècle[5] avec, par exemple l'examen des têtes des saints Mansuy et Gérard de Toul (Godron, 1864). De 1952 à 1972, à Saint-Benoît-sur-Loire, les reliques de saint Benoît et de sa sœur sainte Scholastique ont fait l'objet d'un extraordinaire rassemblement international et d'une expertise (Beau *et al*., 1980).

C'est, en fait, le suaire de Turin qui a été l'objet du plus grand nombre d'études scientifiques. Une des plus significatives a été réalisée en 1989 par trois laboratoires de datation ^{14}C qui ont montré que le drap remontait au Moyen Âge (Damon *et al*., 1989). La dernière publication de 2019 se base sur les taches de sang retrouvées sur le suaire (Borrini & Garlaschelli, 2019). Elle a montré que les taches situées sur le côté droit de la poitrine étaient compatibles avec des écoulements lorsque le sujet était en position debout alors que celles correspondant à la partie dorsale de l'individu et provenant de la même blessure indiquent un saignement lorsque le corps était allongé. Le dossier historique est lui aussi passionnant comme Andrea Nicolotti l'a bien montré (Nicolotti, 2020).

Il n'existe qu'un seul centre spécialisé dans l'étude scientifique des reliques : il s'agit du *Relics cluster* de l'Université d'Oxford (Kazan, 2018 ; Kazan & Higham, 2019). Avant sa fondation, qui remonte à 2015, l'*Oxford Radiocarbon Accelerator Unit* avait déjà réalisé une partie des datations du suaire de Turin (Damon *et al*., 1989), l'étude des restes attribués aux saints Chad (Boyle, 1998), Luc, David et Nicolas (University of Oxford, 2017). Le *Relics cluster* mène actuellement des recherches sur des fragments de la Vraie Croix (Kazan & Higham, 2020) et étudie des restes (en Belgique et ailleurs) attribués aux saints apôtres (Pierre, Jacques et Thomas), et à saint Jean Baptiste comme ceux retrouvés dernièrement sur l'île bulgare de Sozopol (Kostova *et al*. 2020).

En France, grâce aux colloques de pathographie[6] organisés depuis 2005 par Philippe Charlier, de nombreuses études de reliques ont été présentées comme celles de la bienheureuse Marguerite de Savoie (Boano, Grillet & Fulcheri, 2006), sainte Roseline (Grévin et Boyer, 2006), saint Aubert (Thillaud, 2006),

5. Font toutefois exception de rares études comme l'expertise que Charles Du Cange réalisa en 1665 afin de montrer qu'un crâne conservé à la cathédrale d'Amiens était bien celui de saint Jean Baptiste qui aurait été translaté de Constantinople.
6. La pathographie est une branche de la paléopathologie qui s'intéresse à l'étude médicale des restes de personnages anciens dont on dispose de connaissances biographiques ou d'un portrait (Charlier, 2006).

sainte Afra, une des 11.000 vierges (Charlier *et al.*, 2006), saint Ayoul de Provins (Sellier & Portat, 2006), saint Hildevert (Charon, 2009) et la bienheureuse Giovanna Scopelli (Grilleto *et al.*, 2011).

En Belgique, jusqu'à la fin des années 1990, on ne recense que quelques études anthropologiques de saints comme celles réalisées sur Domitien et Mengold de Huy, ou Albert de Louvain (Ségal, 1998). Sous l'impulsion de l'Institut royal du Patrimoine artistique (IRPA), et plus particulièrement de Mark Van Strydonck, l'étude scientifique des reliques prit son envol avec des moyens importants. Dans l'ouvrage intitulé *Relieken : Echt of vals* (Van Strydonck *et al.*, 2006), sont présentées les recherches portant sur les crânes de Herkenrode[7], la mandibule de sainte Odrada, l'humérus de saint Bavon et les restes d'une douzaine d'autres saints. Deux colloques internationaux portant sur l'étude scientifique des reliques se sont tenus récemment en Belgique. Il s'agit du *Relics at the lab* organisé en 2016 par l'IRPA et dont les actes ont été publié en 2018 (Van Strydonck, Reinier & Van Cleven, 2018[8]) et le *Labs, art and relics* coordonné en 2018 par la Société archéologique de Namur.

2. Étude du contenu de quelques reliquaires de Belgique

2.1. Sainte Rolende

En 2007, à la suite de la restauration de la châsse de sainte Rolende de Gerpinnes (Hainaut, Charleroi) par l'IRPA, les restes attribués à cette sainte furent confiés au Vlaams Instituut voor het Onroerend Erfgoed (Institut flamand du Patrimoine archéologique et des monuments et sites) et au Laboratoire d'anatomie, de biomécanique et d'organogenèse de l'ULB (Beauthier *et al.*, 2009).

La *Vita Rolendis* est la source unique de l'histoire de Gerpinnes au Haut Moyen Âge (Dierkens 1983). Ce texte hagiographique du XIIIe siècle, sans doute lu à l'office, rapporte que Didier, roi des Gaules, donne une éducation soignée à sa fille unique, Rolende, destinée à lui succéder. Celle-ci refuse un mariage avec un fils d'un roi d'Écosse pour se consacrer à Dieu. Elle s'enfuit, attirée par la réputation des onze mille vierges de Cologne, mais décède à Ger-

7. Les 47 crânes de Herkenrode, traditionnellement rattachés à la légende de sainte Ursule et les 11.000 vierges, constituent un ensemble particulier : ils ont été enveloppés dans une grande variété de tissus et décorés, entre autres, de broderies, de fleurs en fil de soie et de métal et de dentelle (Van Cleven *et al.*, 2019).
8. Recension de Philippe George dans https://orbi.uliege.be/handle/2268/238453

pinnes, où elle est inhumée vers 775[9]. Dès sa mort, les miracles s'enchaînent. En 1103, l'évêque de Liège Otbert procéda à Gerpinnes à l'élévation des reliques de Rolende, ce qui équivaut à l'époque à une reconnaissance de sa sainteté. La *Vita Rolendis* fait nettement la distinction entre les reliques corporelles (*corpus*, *ara*, *feretrum*) et la *sepultura*.

Alain Dierkens propose différentes phases de construction de l'église Saint-Michel de Gerpinnes et, donc, d'étapes du culte de sainte Rolende : la construction de l'église paroissiale de Gerpinnes (VIIe siècle ?), la *basilica* funéraire bâtie sur la tombe de Rolende, probablement peu après le décès de celle-ci (VIIIe siècle ?) (Dierkens, 2009) ; l'agrandissement de l'église, due à l'augmentation du nombre de paroissiens (IXe - XVe siècles) ; l'aménagement de la chapelle Sainte-Rolende, parallèlement à l'élévation des reliques de Rolende (sous Otbert, vers 1100) ; la construction de la crypte, nouveau centre du culte de Rolende, entraînant la désaffection de la chapelle Sainte-Rolende ; la construction de la tour occidentale et fonte d'une cloche dans la chapelle désaffectée (milieu ou seconde moitié du XIIe siècle) ; la nouvelle impulsion donnée au culte de Rolende avec la redécouverte de la *sepultura* aménagée *in situ* ; dédoublement du culte et création d'une petite chapelle annexée à la chapelle Sainte-Rolende ; rédaction de la *Vita Rolendis* ; nouveaux fonts baptismaux (vers 1250 ou début du troisième quart du XIIIe siècle) ; la construction d'une chapelle nord et percement de passages entre la crypte et les deux chapelles latérales (fin XIIIe ou XIVe siècles) ; la réfection de la totalité de l'église (1538-1561) ; sculpture d'une plaque tombale placée au-dessus de la tombe de Rolende ; enfin des réfections mineures et la diffusion du culte de sainte Rolende à Liège.

La légende s'est emparée de Rolende. Didier fut au XVIe siècle identifié avec Didier, roi des Lombards, vaincu par Charlemagne qui l'exile à Liège avec sa femme et ses filles. Ainsi naquit le mythe de Rolende, fille de roi lombard et épouse de Charlemagne. Charles aurait accepté de mauvais gré ce mariage orchestré par sa mère, d'autant plus qu'il vivait avec Hilmeltrude[10] (épousée en 768). Finalement répudiée car stérile, Rolende se réfugia chez son père. Après la capitulation de Pavie, elle fut emmenée en captivité et décéda d'épuisement sur le chemin de l'exil à Villers-Poterie. Rolende a toujours été honorée comme vierge, voire comme « vierge royale » ; certains historiens ont supposé qu'un

9. Cette date ne figure pas dans la *Vita* et résulte de supputations plus tardives.
10. Signalons, pour l'homonymie des prénoms, l'Hilmeltrude inhumée dans la collégiale de Nivelles, dont le squelette a fait l'objet de nos investigations mais dont le dossier est complexe (Beauthier, Lefèvre & Osterrieth, 2004 ; Lefèvre, Beauthier & Piette, 2004).

projet de mariage avait été projeté entre Charlemagne et Rolende, mais il n'est pas question de la stérilité de cette dernière.

Son corps est placé dès Otbert dans une châsse qu'on portera en procession chaque année et dont il n'existe plus aucune trace. En 1599, elle est remplacée par une châsse de l'orfèvre namurois Henri Libert qui s'inscrit, malgré l'époque, dans la typologie générale des châsses mosanes. Les reliques y sont placées le 12 mai 1599 par l'évêque de Namur, M[gr] Jacques Blaseus, selon le document retrouvé dans le reliquaire.

Aujourd'hui, les restes osseux de sainte Rolende sont partagés entre plusieurs reliquaires dans l'église Saints-Michel-et-Rolende de Gerpinnes : la châsse[11], un bras-reliquaire en argent et un bras-reliquaire en bois polychromé, un chef-reliquaire (illus. n°7) et un reliquaire-monstrance.



Illus. n°7.
Reliquaires de sainte Rolende conservés à l'église Saints-Michel-et-Rolende de Gerpinnes.
A : grand reliquaire (châsse).
B : bras-reliquaires en bois polychrome.
C : bras-reliquaires en argent.
D : chef-reliquaire.
Photos : Jean-Pol Beauthier.

Une première expertise du contenu de la châsse avait été réalisée le 29 juillet 1959 par le docteur Adolphe Dupont, professeur de dermatologie. Une description des pièces osseuses est rédigée sur papier à en-tête ; le docteur Dupont concluant que ces ossements appartiennent à une femme mesurant environ 173 cm.

11. http://balat.kikirpa.be/photo.php?path=Y007854&objnr=10072367&nr=58

Le 6 mai 2007, dans la sacristie de l'église de Gerpinnes, transformée en laboratoire, une expertise complète (tissus, ossements, etc.) des diverses reliques est diligentée par une équipe de scientifiques compétents dans les domaines de l'anthropologie, de la médecine légale, de l'histoire et de l'histoire de l'art.

Un squelette incomplet et fragmentaire fut reconstitué en position anatomique (illus. n°8). Les pièces osseuses sont érodées, en partie détruites par le transport de la châsse au cours des nombreuses processions annuelles. La reconstitution du crâne est impossible car il est désagrégé en 17 fragments. Le squelette post-crânien est également très abîmé (dégradation *post mortem*) et de coloration brunâtre (inhumation en pleine terre à une époque donnée).



Illus. n°8.
Restes osseux supposés appartenir à sainte Rolende et provenant de la châsse.
Photo : Jean-Pol Beauthier.

Selon le décompte total des os, le nombre minimum d'individus (NMI) est de 3 personnes au moins. La mandibule (reliquaire « monstrance »), le bras (« main debout ») et les os de la châsse peuvent appartenir à une seule personne adulte car il existe une concordance sur le plan des dimensions et des indices de robustesse. Deux ossements indépendants de sainte Rolende sont également présents : un fragment d'os frontal (bosse frontale gauche) d'un fœtus et un trochanter de fémur droit d'adulte (pièce surnuméraire de coloration différente) (tableau n°1).

		Individu 1		Individu 2		Individu 3 ?	
Contenant	**Catégorie anatomique**	**N fragments**	**Identification**	**N fragments**	**Identification**	**N fragments**	**Identification**
Grand reliquaire	*Calvaria*	16	*Os parietale, Os temporale* (complet D et *pars petrosum* G), *Os occipitale, proc. styloideus* (D)	1	*Os frontale* (fragment G)		
	Facies	1	*Os zygomaticum* (complet D)				
	Mandibula	0					
	Columna vertebralis	6	*v. cervicales C3/C4, v. thoracicae T1, v. lumbales L3,* fragments processus v. thoraciques et v. lombaires				
	Thorax	9	*Costae* (fragm. D + G)				
	Pelvis	5	*Os coxae, tuber ischiadicum D, acetabulum G*				
	Membra superiora	10	*Clavicula* (complet D+G), *Scapula, margo lateralis* (D+G), *Humerus, caput humeri et diaphysis* (D), *Radius* (diaphyses D+G), *Ulna* (*olecranon et diaphysis* D)				
	Ossa manus	1	*Phalanx, basis ph. proximalis*				
	Membra inferiora	5	*Femur* (diaphyse D, presque complet G) *Tibia* (diaphyse D+G) *Fibul*a (diaphyse D)			1	*Femur* (trochanter D)
	Ossa pedis	0					
Monstrance	*Mandibula*		*Mandibula*				
Bras-reliquaire	*Membra superiora*		*Humerus* (diaphyse G)				
	N Total de fragments	**54**		**1**		**1**	
	Appartenant à	**1 adulte de sexe indéterminé âgé de 25 à35 ans**		**1 fœtus âgé de 32 semaines**		**1 adulte**	

Tableau n°1.

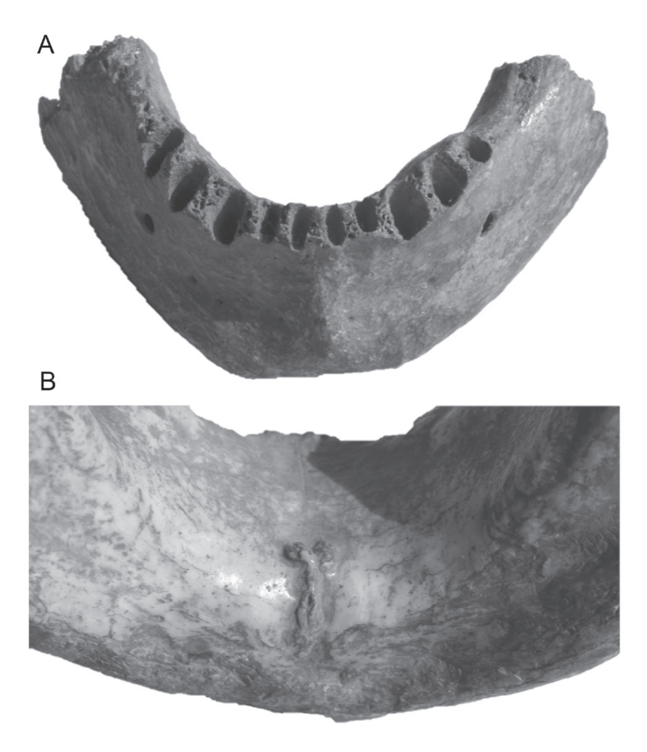
Inventaire anthropologique des restes attribués à sainte Rolende (6 mai 2007).

La détermination du sexe s'avère délicate eu égard au nombre limité de sites osseux spécifiques (os coxal, crâne) permettant d'établir avec précision un diagnostic (Orban & Polet, 2003). Le diamètre vertical de la tête du fémur mesure 45 mm ; valeur qui se situe en position intermédiaire (ou indéterminée) entre le sexe masculin et le sexe féminin (Krogman et İşcan, 1986, pp. 236-240). La même remarque s'applique à l'examen de l'acétabulum du reliquat d'os coxal mais sa grande incisure sciatique est relativement étroite, ce qui plaiderait pour un individu de sexe masculin (Beauthier, 2011). Le crâne présente des arcades sourcilières et une glabelle peu saillantes ainsi que des processus mastoïdes petits et des reliefs musculaires peu marqués sur l'écaille occipitale. Ces caractéristiques sont de tendance féminine (Ferembach, Schwidetzky & Stloukal, 1979). La mandibule est aussi d'allure féminine. Les fragments osseux nous orienteraient plutôt vers un individu de sexe féminin tout en notant la présence d'un os coxal et d'un fémur masculin.

L'examen de l'extrémité (médiale) sternale de la clavicule et des sutures crâniennes (phase I de Acsádi et Nemeskéri, 1970) permet d'estimer une classe d'âge d'adulte jeune (25-35 ans). De plus, les vertèbres ne présentent aucun processus dégénératif (ostéophytose), ce qui habituellement donne une estimation inférieure à 40 ans (Beauthier, 2011). La hauteur de l'os frontal du fœtus indique un âge d'environ 32 semaines (dernier trimestre de la grossesse) (Fasekas et Kosa, 1978). Au Moyen Âge, les enfants morts-nés étaient souvent inhumés dans le voisinage de la tombe d'un saint car, n'étant pas baptisés, ils n'avaient pas accès au paradis et ces enfants étaient de cette manière « protégés ». Le fragment d'os frontal de fœtus (et d'autres os d'adulte ?) a donc pu être prélevé par erreur lors de l'exhumation des restes de Rolende. On peut aussi envisager qu'un parent ait placé, pour les mêmes raisons, le fragment d'os frontal de son enfant parmi les reliques de sainte Rolende (Philippe-Mortier, 2002).

La fragmentation des os et des fémurs en particulier rend l'estimation de la stature difficile. Nous avons d'abord estimé la longueur du fémur à partir de ses fragments (Steele & McKern, 1969) et nous avons ensuite rapporté cette longueur estimée dans les formules d'estimation de Trotter & Gleser (1952) et les tables de Breitinger (1937). Si la personne est de sexe masculin, la taille est estimée à 169 cm et à 159 cm si elle appartient au sexe féminin. De telles estimations correspondent à une stature normale pour l'époque qui ne reflète pas une origine sociale favorisée disposant d'une nourriture et d'une hygiène de meilleure qualité.

La mandibule présente des fractures *post mortem* du corps à droite et à gauche à la hauteur des molaires (illus. n°9). Les dix alvéoles dentaires préservés sont vides (chutes des dents *post mortem*). Il existe également des pertes dentaires *ante mortem* avec comblements alvéolaires au niveau des emplacements molaires. La face postérieure de la symphyse mentonnière est polie, éburnée. Cet aspect est dû vraisemblablement aux frottements manuels répétés par les pèlerins, les fidèles.



Illus. n°9.
Mandibule supposée appartenir à sainte Rolende.
A : vue antéro-supérieure.
B : vue bucco-cervicale montrant l'aspect poli de la symphyse mentonnière.
Photos : Jean-Pol Beauthier.

Nous n'avons pas relevé de pathologie particulière (séquelle d'infection ou de traumatisme) mais une vertèbre lombaire moyenne (L2 ou L3) présente une légère déformation cunéiforme pouvant nous orienter vers un léger trouble de la croissance (Ortner, 2002, pp. 323-328).

La datation au ^{14}C (IRPA) a été réalisée à la fois sur l'humérus provenant du bras-reliquaire et sur des fragments de crâne issu de la châsse. La datation des fragments crâniens (770-980 AD) correspond à la période supposée de

vie de sainte Rolende ; ce qui n'est pas le cas pour l'os du bras-reliquaire (560-650 AD). Ces résultats confirment la présence de plusieurs individus adultes dans les reliquaires supposés contenir les restes de sainte Rolende[12].

2.2. Saint Guidon

Le dossier hagiographique de saint Guidon, traité par les Bollandistes (Trentecamp, 1752), est historiquement pauvre. Guidon serait né à Anderlecht au milieu du Xe siècle, dans une famille paysanne pauvre du Brabant. Très jeune, il se distingue par sa piété et sa charité. D'abord ouvrier agricole pour le compte d'un fermier, il est engagé par un marchand pour convoyer des marchandises sur la Senne, il faillit périr noyé après le naufrage de son embarcation. Plus tard, il entreprend un pèlerinage en Terre Sainte, puis à Rome, et rentre épuisé dans son village natal où il meurt (12 septembre). Il aurait été enterré dans le cimetière de l'église d'Anderlecht. On perd ensuite la trace de sa tombe, avant de la redécouvrir : des miracles se produisent et une chapelle est alors érigée sur sa sépulture, puis une église où ses reliques sont transférées une vingtaine d'années avant la reconnaissance de sa sainteté le 24 juin 1112 (date fournie par la *Vita* du saint). Au début du XIIe siècle, son culte est favorisé par le nouveau chapitre de chanoines d'Anderlecht, fondé par les seigneurs d'Aa (de Waha, 1979, 1988).

En 2012, à l'occasion de la célébration du millénaire de la mort de saint Guidon, patron d'Anderlecht, la Ville, en accord avec les autorités religieuses, a souhaité une analyse anthropologique de son squelette conservé dans sa collégiale (de Waha, 1979 ; Loris, 2018).

---

12. Philippe Mignot et Frédéric Chantinne ont réexaminé le dossier archéologique au départ des fouilles de Joseph Mertens (Mignot & Chantinne, 2017). Dans sa thèse, Laure-Anne Finoulst (à paraître) étudie le seul sarcophage monolithe du site : il a été retrouvé dans l'angle Nord-Est de la chapelle Sainte-Rolende. Il était à l'origine à l'extérieur du mur nord du chœur. Ce sarcophage reposait sur une sépulture plus ancienne et il a été rehaussé deux fois au cours du temps : la première fois au moment de l'*elevatio* et la seconde fois peu après sa redécouverte et le nouvel aménagement de la chapelle. Lors de la deuxième modification, il ne semble pas avoir été assez rehaussé et, sur son côté droit, un muret épousant parfaitement cette paroi a été monté. Il est attribué à sainte Rolende par sa localisation (à l'extérieur du premier édifice) qui a pu être mise en parallèle par Alain Dierkens avec le récit de sa *Vita* et ainsi daté du VIIIe siècle. Son intérêt réside dans la nature de la pierre puisqu'elle est originaire du Laonnois et non du Perthois ou de la vallée mosane française comme la majorité des sarcophages découverts dans notre pays (Finoulst, 2012, p. 224). L'appartenance à ce groupe de production amène toutefois à revoir la datation du sarcophage au VIIe siècle (?).

Aujourd'hui, les reliques attribuées à saint Guidon sont réparties dans cinq reliquaires (Daumas *et al.*, 2019). La majorité des restes est rassemblée dans un coffret vitré inséré dans une châsse placée dans la chapelle Saint-Guidon de la collégiale d'Anderlecht (illus. n°2). Un radius est exposé dans une monstrance gardée dans la sacristie de la collégiale (illus. n°4). Un deuxième os métatarsien gauche est conservé dans un reliquaire au couvent des Sœurs de Notre-Dame à Namur. Un fragment d'os beaucoup trop petit pour être identifié est présenté dans un reliquaire de la collégiale Saint-Jacques d'Anvers. Enfin, le reliquaire de l'abbatiale de Grimbergen a perdu ses reliques qui devaient être au nombre de trois.

La châsse a été officiellement ouverte dans la collégiale d'Anderlecht le 11 octobre 2013, en présence du doyen d'Anderlecht, Guido Vandeperre, des membres de la Fabrique d'Église ainsi que d'une petite assemblée de fidèles. Le coffret fut ensuite transporté au Laboratoire d'anatomie, de biomécanique et d'organogenèse (LABO) de la Faculté de médecine de l'Université libre de Bruxelles où il fut ouvert le 14 octobre 2013. Il comportait deux plateaux rectangulaires superposés garnis de fins coussins en soie blanche (illus. n°10). Les ossements y étaient soigneusement attachés par de longs rubans rouges, aujourd'hui décolorés.



Illus. n°10.
Coffre vitré contenant les reliques de saint Guidon.
Photo: Marcel Jacobs.

Sous les os de la colonne vertébrale fut découverte une petite bandelette de parchemin (11,3 × 1,5 cm) authentifiant les reliques, une authentique portant une inscription à l'encre noire : « *S(ancti) Widonis confessoris xpi* » (= *Chris-*

ti) reliqui(a)e (« Reliques de saint Guidon confesseur du Christ » ; illus. n°6). L'écriture, en minuscule caroline, est du XII[e] siècle ; il s'agit vraisemblablement de la plus ancienne authentique mentionnant saint Guidon et l'on ne peut exclure qu'elle soit liée à l'élévation des reliques en 1112.

L'étude anthropologique révèle que le coffret contenait les ossements et les dents d'un adulte, un os ilium immature et deux fragments d'origine animale. Le squelette adulte est incomplet (la partie occipitale du crâne, les os du membre supérieur gauche excepté un fragment d'ulna, les os du membre supérieur droit excepté l'humérus, de nombreuses côtes, de nombreuses pièces osseuses des pieds et plusieurs vertèbres sont manquants). Les restes osseux sont parfois fragmentés mais leurs surfaces sont bien conservées.

Onze sceaux de cire du cardinal Sterckx, apposés lors dernière translation (le 11 septembre 1851), recouvrent les pièces osseuses les plus importantes comme l'os coxal gauche (illus. n°11). La quasi-totalité des os présente des orifices ronds-ovales ou carrés-rectangulaires avec des traces de rouille et, dans certains (comme le talus), sont même encore fichés des clous. Ces perforations ont très probablement servi à fixer anciennement les ossements à un support. La mandibule est articulée au crâne à l'aide de ligatures métalliques. Apparaissent également des zones de brillance et des griffures résultant probablement d'une série de manipulations successives des reliques. Différentes constatations supposent une décomposition du corps en pleine terre suivie d'une exhumation, comme mentionné dans la légende. Ainsi, la matière osseuse trabéculaire renferme des radicelles et de l'argile, des entailles (lésions d'exhumation) ont été relevées sur certains ossements comme les fémurs.



Illus. n°11.
Sceau du cardinal Sterckx apposé sur l'os coxal gauche de saint Guidon.
Source : Daumas *et al.*, 2019.

Le sexe de l'individu adulte a été déterminé par des méthodes à la fois morphologique (Ferembach, Schwidetzky & Stloukal, 1979) et métrique (Diagnose Sexuelle Probabiliste[13] ; Murail *et al.*, 2005). D'un point de vue morphologique, l'os coxal et le crâne présentent des caractéristiques situées entre masculines et hypermasculines. La méthode métrique apporte aussi un diagnostic masculin avec une probabilité de 99 % (os coxal gauche) et de 97 % (os coxal droit).

L'estimation de l'âge au décès de l'adulte a été réalisée suivant quatre méthodes. L'examen des caractéristiques de la symphyse pubienne (Suchey & Brooks, 1990) permet d'attribuer une phase IV qui correspond à un âge de 35,2 ± 9,4 ans. L'examen de la surface auriculaire des os coxaux (Beauthier, 2011 ; Schmitt, 2005) donne, pour l'os gauche, une estimation > 30 ans et de 20 à 49 ans, pour l'os droit. Le coefficient moyen d'oblitération des sutures palatines[14] (Beauthier, 2009) vaut 2,2 ce qui correspond à un âge de 20 à 39 ans. L'analyse de l'usure des dents mandibulaires (Maat & Van Der Velde, 1987) aboutit à un âge situé entre 35 et 45 ans. La transparence de la dentine radiculaire de dents maxillaires estime l'âge à 39,4 ± 9,8 ans (formule de régression de Bang & Ramm, 1970). La concordance dans les âges proposés par toutes les méthodes est bonne. Leur intersection indique que l'individu avait un âge compris entre 30 et 40 ans. La largeur estimée et la taille générale de l'ilium immature permettent d'émettre l'hypothèse qu'il appartient à un enfant de la classe 1-2 ans (Daumas *et al.*, 2019).

Un ensemble de mesures prises sur le crâne ont permis de définir quelques traits morphologiques : la face est pentagonale et large avec un front étroit, la mandibule est large et courte.

L'origine biogéographique estimée sur le crâne à partir de méthodes morphologique (Maat, Panhuysen & Mastwijk, 1999 ; Ubelaker, 1999) et métrique (Gill, 1984) indique que l'individu est de type européen.

Les estimations de stature ont été calculées à partir des longueurs de pièces osseuses de type longs (fémur, tibia et humérus) rapportées à des tables ou in-

13. La Diagnose Sexuelle Probabiliste est une méthode de détermination du sexe d'un squelette basée sur dix mesures de l'os coxal (os du bassin). Elle calcule une probabilité *a posteriori* de l'individu d'appartenir à l'un ou l'autre sexe. L'attribution du sexe est retenue lorsque la probabilité est supérieure à un seuil (p) choisi. Ainsi, pour p = 0,95, le taux de succès est supérieur à 99 % quelle que soit la combinaison de mesures.

14. Les sutures palatines sont des articulations immobiles qui séparent les os formant le palais osseux. Elles s'oblitèrent progressivement au cours de la vie.

troduites dans des équations de régression (Olivier, 1963 ; Trotter et Gleser, 1952) — les longueurs étant utilisées soit seules soit combinées entre elles. Les estimations de stature s'échelonnent de 172 à 177 cm avec une moyenne de 174,5 cm. Elle se situe dans la variabilité d'autres populations du Moyen Âge. À titre d'exemple, la stature moyenne estimée de la population masculine de l'abbaye des Dunes de Coxyde (prov. Flandre-Occidentale, XIIe-XVe siècles) est de 170 ± 6 cm (Bosmans, 2013), celle de la population masculine de Gossoncourt (Gutschoven, prov. Limbourg, VIIe-IXe siècles) est de 171,6 ± 4,5 cm (Lamotte, 2017-2018, pp. 33-34).

Les différents ossements ne présentent pas de pathologie grave apparente qui aurait permis de déterminer les causes de la mort de cette personne. L'individu se caractérise néanmoins par quelques signes de sénescence, notamment au niveau des membres inférieurs, qui sont compatibles avec son âge et ses activités comme la marche. Par ailleurs, le corps des deuxième et cinquième vertèbres lombaires (L2 et L5) présente un aspect cunéiforme. Il pourrait s'agir d'un traumatisme ancien résultant d'une « fracture tassement ». Toutefois, une discontinuité osseuse assez nette affecte le plateau supérieur de L2, ce qui semble dénoter une origine *post mortem*. Le tibia et la fibula de la jambe droite présentent une enthèse en creux à l'insertion de la membrane interosseuse tibio-fibulaire et une insertion plutôt marquée du ligament interosseux tibio-fibulaire. Ces particularités pourraient résulter d'un accroupissement fréquent et/ou d'une pratique de la marche avec flexions dorsales répétées du pied.

En termes de pathologies dentaires, on observe une perte de substance d'allure carieuse au niveau de la couronne de la première molaire supérieure droite (Hillson, 1996, pp. 269-284). L'incisive latérale supérieure gauche ainsi que les première et deuxième prémolaires inférieures gauches présentent des lignes d'hypoplasie de l'émail dentaire suggérant un certain nombre d'épisodes de stress subis par l'individu durant son enfance (carences alimentaires ou maladies) (Hillson, 1996, pp. 165-177).

Un CT scan des restes osseux crâniens a permis une reconstruction en trois dimensions du crâne de saint Guidon. Le programme Amira® a été utilisé pour isoler les ossements les uns des autres et le logiciel lhpFusionBox® a réassemblé avec le maximum de précision les pièces initialement isolées. Bien que des lacunes osseuses importantes existaient dans les zones suturales, une reconstruction quasi complète du crâne a été finalisée (illus. n°12).

Le prélèvement d'un échantillon réalisé par l'IRPA sur le fémur gauche, a permis de situer l'âge réel des ossements entre 890 et 1020 AD avec une proba-

bilité de 95,4 %. Ce résultat correspond à l'époque durant laquelle aurait vécu saint Guidon d'après sa légende. Les analyses des isotopes stables (Fuller *et al.*, 2012) montrent que l'individu n'a pas consommé des quantités importantes de nourriture d'origine aquatique.



Illus. n°12.
Assemblage des fragments du crâne de saint Guidon initialement isolés dans le logiciel LhpFusionBox®.
Source : Daumas *et al.*, 2019.

2.3. Saint Norbert

En 2016, les autorités religieuses de la basilique Saint-Servais (église abbatiale) à Grimbergen (prov. Brabant flamand) souhaitaient vérifier l'authenticité d'une relique attribuée à saint Norbert à l'occasion du 800e anniversaire de sa première demande de canonisation.

Saint Norbert est né à Xanten en Rhénanie au nord de Cologne, vers 1080 (Petit, 1981 ; Dauzet, 1995). Jeune noble, de mère française, et apparenté, par son père, à l'empereur d'Allemagne, il s'engage dès son jeune âge dans la cléricature. Il mène toutefois une vie fort mondaine. Sa conversion intervient, tel saint Paul sur la route de Damas, sur la route de Wreten en Westphalie en 1115 : il rentre à Xanten, délaissant ses biens, démissionne de sa fonction de chapelain impérial, décide de se consacrer au service de l'Église et est ordonné prêtre.

Norbert devient prédicateur itinérant dans toute l'Europe, dénonçant les abus et incitant les clercs à mener une vie commune. Son parcours s'arrête momentanément à Prémontré, près de Laon, où il fonde, en 1121, sa première abbaye abritant une communauté de chanoines réguliers. Nommé archevêque

de Magdebourg en 1126, il verra de son vivant la fondation d'une dizaine de communautés prémontrées à travers l'Europe, comme Floreffe et Anvers. Il meurt à Magdebourg le 6 juin 1134 et est inhumé dans l'église Notre-Dame. De nombreux miracles à son tombeau et sa renommée de sainteté déterminèrent à solliciter sa canonisation en 1216 mais sans résultat. Son culte est enfin reconnu officiellement par Grégoire XIII en 1582. Étant donné que, depuis 1540, Magdebourg était devenue protestante et que les Prémontrés en avaient été expulsés, le corps de saint Norbert fut transféré en 1625 à l'abbaye de Strahov, sur les hauteurs de Prague. Il y est depuis vénéré comme le patron protecteur de la Bohème.

L'abbaye de Grimbergen, fondée en 1128[15], possède deux reliques attribuées à saint Norbert. Dès le début du XIIe siècle, Gauthier Berthout, seigneur de Grimbergen, avait cherché à consolider son prestige par l'établissement d'une abbaye sur ses terres. Après des essais infructueux (des chanoines de Saint-Augustin puis des bénédictins vers 1105 ne restent que quelques années faute de revenus stables), son successeur (son fils Arnould) s'adresse à Norbert. Celui-ci lui envoie de Prémontré un groupe de chanoines sous la conduite de Humbert. Ils s'installent à Grimbergen en 1124 (Weyns,1969).

Une première relique est un fragment antérieur de l'extrémité distale d'un fémur droit. Les parties latérale et médiale des condyles sont érodées et le tissu osseux spongieux est apparent. La trochlée est incomplète dans sa région supérieure. Elle est enserrée en son milieu par un ruban cousu de petites perles blanches. Un fragment osseux non identifié contenu dans un petit reliquaire à couvercle argenté repose avec le fémur sur un coussinet de velours brodé (illus. n°13). Sous ces reliques, est épinglé un ruban de soie blanche portant l'inscription « ... *Sancti Patris Norberti* ».



Illus. n°13.
Reliques attribuées à saint Norbert et conservées dans la basilique Saint-Servais de Grimbergen.
Photo : Philippe Lefèvre.

15. Les archives de l'abbaye conservent une charte de 1132 de la confirmation des possessions et privilèges de l'abbaye par Liétard, évêque de Cambrai, évêque compétent pour cette partie du Brabant (NB : une partie du Brabant est du ressort du diocèse de Liège : https://www.diplomata-belgica.be/charter_details_fr.php?dibe_id=3222).

L’estimation du sexe s’est basée sur l’étude du fragment de l’épiphyse distale du fémur (Aluni-Perret, Staccini & Quatrehomme, 2008 ; Bidmos, 2008). La largeur bicondylaire (80,78 mm) montre que ce fragment de pièce osseuse plaiderait pour un individu de sexe masculin.

La détermination de l’appartenance biogéographique a également été réalisée selon la largeur bicondylaire (Işcan & Cotton, 1986 ; Quatrehomme, 2015, p. 612). La valeur obtenue n’est pas suffisamment discriminante pour attribuer une origine biogéographique à l’individu [Europe (hommes) : 83,0 ± 4,11 mm (78,89 – 87,11 mm) ; Afrique noire (hommes) : 83,20 ± 3,83 mm (79,37 – 86,85 mm) ; Chine (hommes) : 77,8 ± 5,8 mm (72 – 83,6 mm)].

Ce fragment a été daté au radiocarbone par l’IRPA. La date obtenue (230 à 390 AD) démontre que cette relique ne correspond pas aux dates livrées par l’histoire de saint Norbert († 1134). Reste à vérifier si le squelette conservé à Prague possède ou non toujours une extrémité distale de fémur droit complète, tout comme de procéder à un examen identique des restes.

2.4. Jacques de Vitry

L’étude des restes attribués à Jacques de Vitry fait partie d’un projet développé par la Société archéologique de Namur et financé par la Fondation Roi Baudouin. Il porte le nom de CROMIOSS : études croisées en histoire et en sciences exactes sur les mitres et les ossements du cardinal Jacques de Vitry. Dans la présente contribution, nous nous concentrerons sur les restes humains supposés appartenir à ce haut dignitaire ecclésiastique, qui, rappelons-le, n’accéda pas à la sainteté.

Jacques de Vitry est né vers 1175 probablement en Champagne (Donnadieu, 2014). Il a suivi une formation de maître en théologie à Paris. Il s’est installé à partir de 1209 au sein du prieuré Saint-Nicolas situé à Oignies (un hameau belge aujourd’hui situé dans la province du Hainaut) et y rencontre la célèbre Marie d’Oignies. Il devient le disciple, puis le confesseur et le guide spirituel de cette mystique qui a influencé sa carrière. Après la mort de Marie en 1213, il poursuit sa prédication en Belgique, en France et en Allemagne. En 1216, il est ordonné évêque de Saint-Jean-d’Acre (aujourd’hui dans le nord d’Israël). Lorsque la cinquième Croisade échoua, il revint en Europe et fut nommé en 1229 cardinal-évêque de Tusculum, un des diocèses de la banlieue de Rome. Jacques de Vitry mourut le 1er mai 1240 à Rome et y fut inhumé. Selon sa volonté, son corps retourna à Oignies un an plus tard pour être enterré près de la tombe de Marie dans l’église du prieuré Saint-Nicolas. Après la démolition

de cette église en 1808, ses restes furent transférés dans l'église Saint-Martin à Aiseau puis dans celle de Sainte-Marie d'Oignies à Oignies en 1971.





Illus. n°14.
Ouverture officielle de la boîte-reliquaire supposée contenir les restes de Jacques de Vitry dans l'église Sainte-Marie d'Oignies le 8/9/2015.

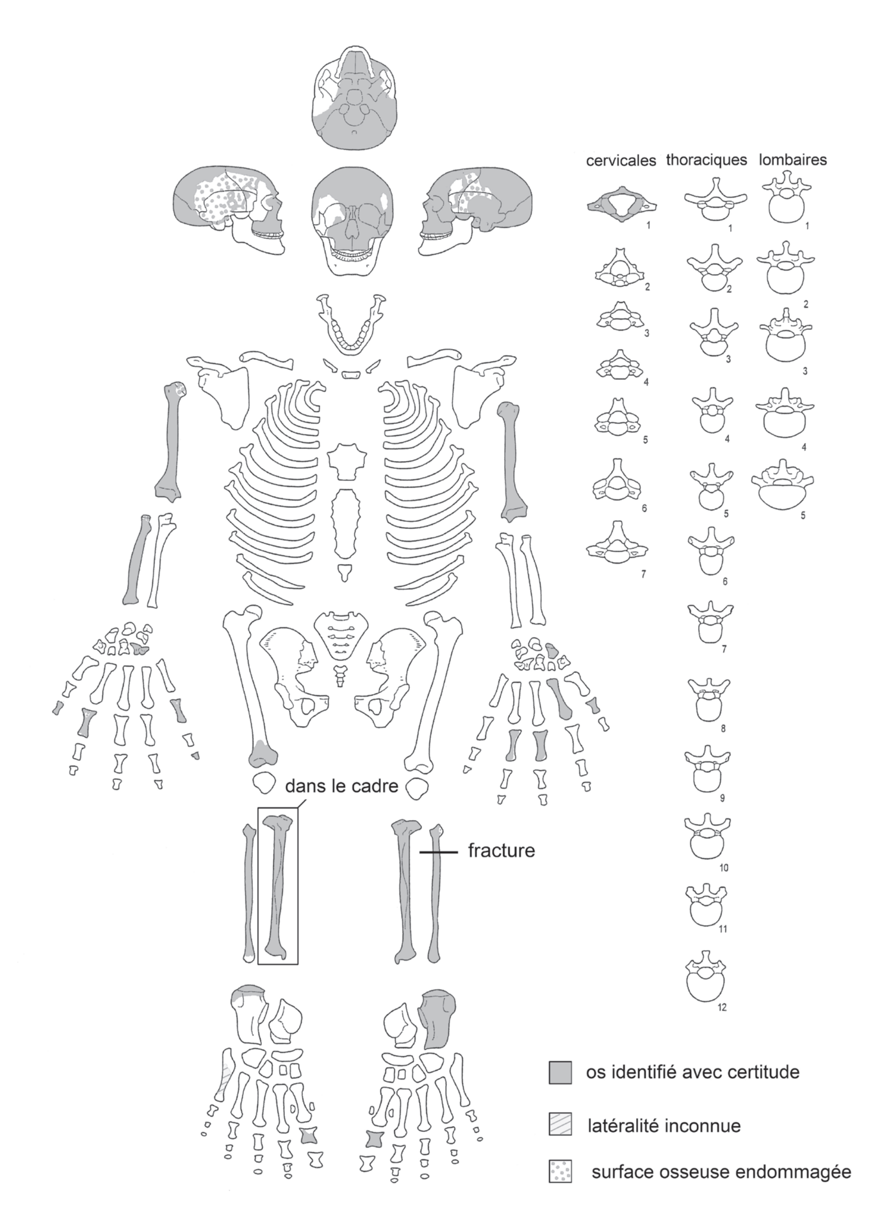
A : déplacement de la boîte-reliquaire par Fiona Lebecque et Aurore Carlier (Société archéologique de Namur) (© Guy Focant, AWaP).
B : inventaire préliminaire des restes contenus dans le coffret en plomb par Caroline Polet en présence de Mgr Guy Harpigny, évêque de Tournai, et de Dominique Allard (Directeur de la Fondation Roi Baudoin) (© Guy Focant, AWaP).

Le reliquaire contenant ces restes est encore conservé aujourd'hui dans l'église Sainte-Marie d'Oignies. Il a déjà été ouvert officiellement en 1971 lors de son transfert de l'église Saint-Martin à l'église Sainte-Marie. À cette occasion, un inventaire des pièces osseuses et dentaires fut établi et signé par un notaire et huit témoins, dont le curé de la paroisse et deux médecins. Le 8 septembre 2015, les restes attribués à Jacques de Vitry furent de nouveau exhumés de leur reliquaire dans l'église Sainte-Marie d'Oignies, en présence de Mgr Guy Harpigny, évêque de Tournai et de deux notaires (illus. n°14). Un cadre contenant un tibia censé lui appartenir fut également présenté à cette occasion (illus. n°15). En fait, l'histoire de cet os est plutôt tumultueuse. Il a probablement été exposé dans un endroit privé et a été volé à une date inconnue. Retrouvé par la police, il a d'abord été restitué à un autre village (Oignies-en-Thiérache située dans la province de Namur, à environ 70 km d'Oignies) avant d'atteindre enfin l'église Sainte-Marie d'Oignies au XXe siècle (Polet *et al.*, 2018).



Illus. n°15.
Cadre contenant un tibia droit supposé appartenir à Jacques de Vitry.
(© Fiona Lebecque, SAN)

L'inventaire des restes a révélé la présence de vingt-six os et sept dents (illus. n°16). Par rapport à l'inventaire de 1971, nous avons enregistré une dent et huit os de plus (probablement non-identifiés à l'époque). Les restes consistent principalement en un bloc crânio-facial presque complet mais érodé et des os longs des membres supérieurs et inférieurs. La mandibule, les côtes et les os des ceintures pectorales et pelviennes sont absents.

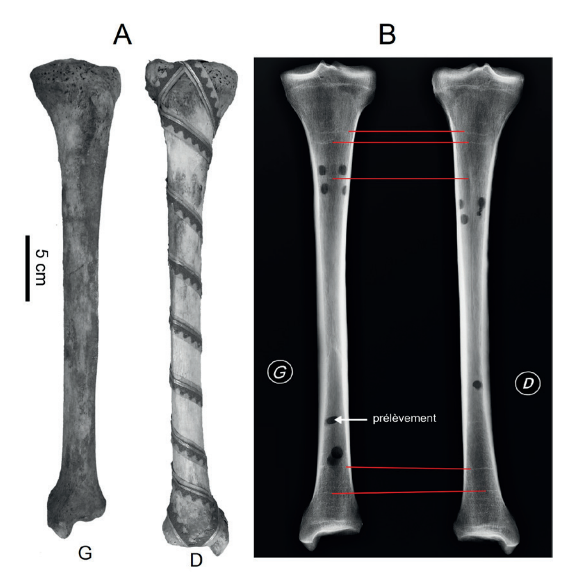


Illus. n°16.
Représentation schématique des os présents dans la boîte-reliquaire et le cadre.

Dessin : Michel Coutureau, INRAP et Caroline Polet.

Les restes rassemblés dans le reliquaire appartiendraient à un seul individu car : 1°) aucun doublet n'a été relevé ; 2°) leurs stades de développement sont similaires (ils appartiennent tous à un adulte) ; 3°) leurs dimensions sont comparables.

Le tibia droit présenté dans le cadre pourrait également appartenir au même individu. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons relevé une dizaine de mesures sur les deux tibias qui se sont révélées être très similaires (Polet *et al.*, 2018). Nous avons ensuite réalisé des radiographies au Centre Hospitalier Universitaire de Dinant-Godinne qui ont montré la présence de lignes d'arrêt de croissance (illus. n°17). Étant donné la concordance de localisation de ces lignes entre le tibia gauche et le tibia droit, nous pouvons affirmer que les deux os appartiennent bien au même individu.



Illus. n°17.

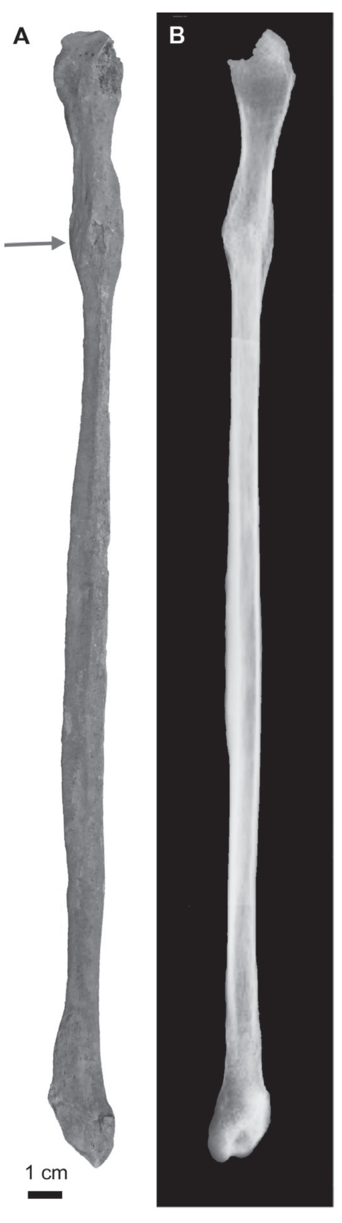
A : vue antérieure du tibia gauche issu de la boîte-reliquaire (G) et vue antérieure du tibia droit provenant du cadre (D).
Photo : Caroline Polet.
B : radiographie des deux tibias en vue antérieure réalisée par J.-F. Nisolle, CHU Dinant-Godinne. Les lignes horizontales indiquent des exemples de similarité de localisation de lignes de Harris. Les trous circulaires résultent des prélèvements pour analyses ADN et C14.

La détermination morphologique du sexe de l'individu est compliquée par l'absence des os coxaux[16]. Nous avons dès lors appliqué la méthode de Ferem-

16. Les os coxaux présentent le dimorphisme sexuel le plus élevé, ils permettent de déterminer le sexe d'un squelette avec le plus haut degré de certitude (Orban & Polet, 2003).

bach et collaborateurs (1979) pour diagnostiquer le sexe en utilisant des caractères crâniens. Le crâne étudié présente une majorité de caractéristiques féminines et seulement deux caractéristiques masculines : de grands processus mastoïdes et des orbites quadrangulaires. Nous avons également appliqué des fonctions discriminantes basées sur des mesures du tibia (Krogman & İşcan, 1986, pp. 240-242) qui ont conduit à des diagnostics tantôt féminins tantôt masculins. La détermination du sexe à l'aide de la morphologie squelettique et de la biométrie ne nous permet donc pas de nous prononcer si l'individu était un homme ou une femme. Les analyses ADN réalisées indépendamment à l'Université de Namur et à la Katholieke Universiteit Leuven sur la partie pétreuse de l'os temporal gauche et deux dents ont toutefois révélé la présence de marqueurs du chromosome Y, indiquant que l'individu était bien de sexe masculin (Decorte *et al.*, 2019).

Pour estimer l'âge au décès de l'individu, nous avons utilisé trois méthodes : l'usure dentaire (Lovejoy, 1985), l'oblitération des sutures crâniennes (Krogman & İşcan, pp. 120-121) et la cémentochronologie réalisée à l'Université de Lille (Bertrand *et al.*, 2019). La combinaison des trois méthodes donne un âge biologique d'environ 55 ans. Cette estimation est un peu plus basse que son âge biographique (~ 65 ans) mais le fait que ses articulations ne présentent seulement que quelques signes d'arthrose débutante renforce notre estimation.

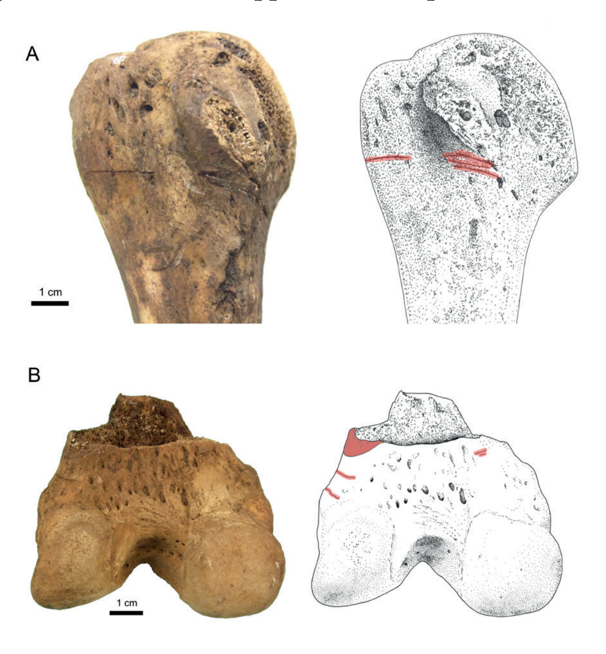


Illus. n°18.
La fibula gauche (A) et sa radiographie (B) réalisée par J.-F. Nisolle, CHU Dinant-Godinne.
La flèche indique la fracture.

L'individu présente une fracture consolidée de la fibula gauche (illus. n°18). Elle est située dans le tiers supérieur de l'os. La ligne de fracture est légèrement oblique, presque

perpendiculaire à l'axe de l'arbre (fracture transversale). Cette lésion n'est pas accompagnée d'une fracture de la diaphyse ou de la malléole médiale du tibia (fracture de Maisonneuve, Yochum & Rowe, 2005, p. 877). Cette fracture isolée est rarement observée sur du matériel archéologique (Lovell, 1997). Elle peut avoir été causée par un impact direct (coup) ou un choc indirect (torsion de la jambe). Elle n'a entrainé qu'une déficience fonctionnelle modérée (celle-ci aurait été plus grave si le tibia avait également été fracturé). La fracture a guéri sans complication. Cela indique que la personne est très probablement demeurée immobilisée le temps de la consolidation (Waldron, 2009, pp. 142-143).

L'individu étudié est également caractérisé par quatre caries (deux molaires et deux prémolaires) et un abcès situé au niveau de la racine de l'incisive latérale supérieure gauche (Hillson, 1996, pp. 269-284 & p. 287).



Illus. n°19.

A : vue latérale de l'humérus droit provenant de la boîte-reliquaire. Les traces de découpes sont surlignées en rouge.
B : vue postérieure du fémur droit provenant de la boîte-reliquaire. Les traces de découpe sont surlignées en rouge.
Dessin réalisé par Anne-Marie Wittek (ADIA).

Un des résultats les plus étonnants est la présence de traces de découpe. Elles s'observent en périphérie et au sein d'articulations des membres inférieurs et supérieurs. Il s'agit plus précisément de l'épaule droite, des deux coudes et des deux genoux. Par exemple, au niveau de la partie proximale de l'humérus

droit, ces traces sont horizontales et ont entaillé le tubercule majeur et la base du tubercule mineur (illus. n°19). Elles révèlent des découpes réalisées pour sectionner les muscles deltoïdes, le subscapulaire et probablement le biceps brachial (chef long). Au niveau de la partie inférieure du fémur droit, les incisions ont probablement servi à sectionner les muscles des compartiments médial et postérieur de la cuisse comme le biceps fémoral et le semi-membraneux (illus. n°19). La localisation de ces traces de découpe plaide pour un démembrement du cadavre (Morcillo-Méndez & Campos, 2012 ; Porta *et al.*, 2016 ; Rutty & Hainsworth, 2014). Pourquoi ce cardinal aurait-il été démembré ?

Nous savons que Jacques de Vitry est décédé à Rome et que ses restes ont ensuite été transférés à Oignies. La distance entre ces deux localités est considérable : par les routes actuelles, presque 1.500 km. À raison de 30 km/jour, le voyage devait prendre au minimum 47 jours (1 mois ½). Il était inconcevable de transporter un cadavre dans ces conditions. Une solution était de se débarrasser des parties putrescibles, principalement les viscères et les muscles. De tels modes opératoires, pratiqués à l'époque de Jacques de Vitry, étaient désignés sous le vocable de *mos teutonicus* (Georges, 1999 ; Paravicini-Bagliani, 1992 ; Weiss-Krejci, 2005). Il s'agit d'une technique funéraire de décarnisation permettant de rapatrier un corps de manière hygiénique. Elle débutait par le dépeçage et le démembrement du corps. Celui-ci était ensuite éviscéré puis mis à bouillir dans de l'eau ou du vin. Enfin, les os étaient nettoyés. Plusieurs dépouilles de personnages importants, morts loin à l'étranger, ont subi ce traitement pour leur rapatriement, comme saint Louis († 1270) et Amédée VI comte de Savoie († 1383), ou l'évêque de Liège Albéron II, mort à Orte (Latium, Viterbe) en 1145 (*cuius ossa carne detracta*).

Dans le cas qui nous occupe, étant donné l'état de préservation (absence des os du thorax), nous avons des indices uniquement pour l'étape du démembrement.

Des datations au radiocarbone ont été réalisées sur du collagène extrait des tibias et du crâne par l'IRPA (Decorte *et al.*, 2019). La moyenne des quatre dates ^{14}C vaut 919 ± 13 BP, ce qui correspond, après calibration, à un âge qui se situe entre 1040 et 1170 AD (probabilité de 95,4 %). La limite supérieure de cet intervalle (1170 AD) est antérieure de 70 ans à l'année de décès de Jacques de Vitry (1240 AD). Ce décalage pourrait s'expliquer par l'effet réservoir marin, fluvial ou lacustre, c'est-à-dire un vieillissement des dates à la suite de la consommation d'aliments d'origine aquatique (Taylor & Bar-Yosef, 2016, pp. 150-155). Il pourrait s'agir de poisson d'eau douce (Ervynck *et al.*, 2018).

2.5. Idesbald

L'étude du bienheureux Idesbald a été initiée par Dirk Vanclooster du Musée Ten Duinen à Coxyde. Elle a rassemblé les analyses des restes humains (anthropologie et datation), du cercueil et des textiles conservés au couvent Notre-Dame de la Poterie à Bruges et la consultation des archives s'y rapportant (Lehouck *et al.*, 2015).

Idesbald serait né à Furnes aux environ de 1090. Il était d'origine noble (van der Gracht) et est entré comme moine à l'abbaye des Dunes de Coxyde en 1150. Il en devient le troisième abbé en 1155 et y meurt en 1167 (Dubois & Huyghebaert, 1966 ; Schockaert, 2003). C'est le premier abbé à être enterré dans l'abbaye. Il est inhumé dans un cercueil en plomb comme d'autres hauts dignitaires de l'abbaye qui lui succéderont. En 1237, il est déménagé dans les nouveaux bâtiments de l'abbaye et réenterré dans la salle capitulaire. Son cercueil y fut retrouvé en 1623 par les moines puis transféré à la ferme abbatiale Ten Bogaerde[17] où il fut officiellement ouvert en 1624 par Antoine de Haynin, évêque d'Ypres. On découvrit avec surprise que le corps d'Idesbald était intact. Ce miracle, consigné dans le récit du moine Théodore Pybes (1624), se répandit



Illus. n°20.
Vue supérieure du squelette attribué au bienheureux Idesbald conservé au couvent Notre-Dame de la Poterie à Bruges.
Photo : Caroline Polet.

17. À partir de 1601, la communauté de l'abbaye des Dunes vécut à la ferme Ten Bogaerde car les bâtiments de l'abbaye étaient en trop mauvais état à la suite des dommages causés par les guerres de religion et l'ensablement (van Royen, 2005).

très vite et fut à l'origine de sa dévotion. En 1625, l'archiduchesse Isabelle vint à Ten Bogaerde. À cette occasion, le corps fut sorti de son cercueil, lavé et vêtu d'un nouvel habit. En 1627, les moines déménagèrent à Bruges et le cercueil fut placé dans un reliquaire. C'est à partir de ce moment qu'on s'aperçut que la décomposition du corps s'accélérait. Le cercueil fut encore par la suite ouvert à plusieurs reprises (au moins en 1726, 1793, 1833, 1889, 1894, 1896 et 1968). En 1831, le cercueil et les restes humains furent transférés par le dernier moine de l'abbaye, Nicolas De Roover, au couvent Notre-Dame de la Poterie (il s'y trouve encore aujourd'hui). Idesbald n'est béatifié qu'en 1894 par le pape Léon XIII (De Leyn, 1896 ; Van Zieleghem, 1895). À ce moment-là, le squelette fut sorti du cercueil, lavé, vernis et les os furent cousus sur un drap posé sur une planche en bois (illus. n°20). Les restes de tissus mous humains qui furent découverts à cette occasion furent malheureusement brûlés à la demande du vicaire général (Van Zieleghem, 1895).

Le cercueil d'Idesbald a été officiellement rouvert le 23 février 2015. L'inventaire a révélé un squelette presque complet (l'Indice de Conservation Anatomique[18] vaut 69,3 %, Dutour, 1989, pp. 26-28) et 22 dents. L'absence de certains os entiers s'explique par divers prélèvements : les os du membre supérieur gauche se trouvent depuis 1833 au grand Séminaire de Bruges (Van Zieleghem, 1895, pp. 106-110), trois os des pieds ont été prélevés en 1889 lors du processus de béatification (Van Zieleghem, 1895, pp. 177-179), une côte a été donnée à l'église Sainte-Walburge de Furnes en 1896 et le fémur droit a été offert à l'église Notre-Dame des Dunes de Coxyde en 1968 (Van Strydonck *et al.*, 2016).

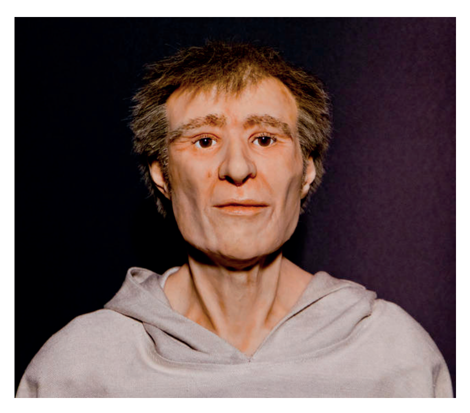
La détermination du sexe a été réalisée grâce à la diagnose sexuelle probabiliste (Murail *et al.*, 2005). Elle aboutit à une probabilité d'être de sexe masculin qui dépasse les 99 %.

Pour estimer l'âge au décès, nous avons appliqué trois méthodes : les modifications de la surface auriculaire (Schmitt, 2005), l'usure dentaire (Lovejoy, 1985) et la cémentochronologie (Bertrand *et al.*, 2019). La combinaison des trois méthodes aboutit à un intervalle d'âge biologique de 45 à 55 ans. Cette estimation est inférieure à son âge biographique (77 ans).

18. L'Indice de Conservation Anatomique permet de quantifier l'état de préservation d'un squelette. Il est basé sur des scores de conservation variant de 0 à 1 (0 correspondant à une pièce non conservée et 1 à une pièce intacte) attribués à chaque os (ou groupe d'os comme la main).

Des datations au ^{14}C ont été réalisées par l'IRPA sur le fémur gauche, le tibia droit, du carbonate de plomb[19] présent dans le fond du cercueil et des fibres textiles emprisonnées dans ce carbonate (Van Strydonck *et al.*, 2016). Elles sont similaires et situent le décès entre la seconde moitié du XVe et le début du XVIe siècle. Ces dates sont plus récentes qu'espérées étant donné qu'Idesbald est décédé en 1167. Elles entraînent une série de questions : à qui appartient le squelette qui se trouve au couvent Notre-Dame de la Poterie ? S'agissait-il d'une erreur d'identification ou d'une mystification ? Où se trouvent les restes du « vrai » Idesbald ?

Un modèle 3D du crâne a été réalisé par photogrammétrie[20]. Il a permis une reconstitution faciale réalisée par Ludo Vermeulen et la firme Zephyr (illus. n°21). Cette dernière constitue un « portrait-robot » qui pourra peut-être, avec l'estimation de l'âge au décès et les datations au radiocarbone, aider à identifier l'individu parmi la liste des abbés de l'abbaye des Dunes. Pour l'instant, quatre candidats ont été retenus : Pierre Vaillant († 1492), Joost de Wevere († 1495), Christian de Hondt († 1509) et Jean Teerlinck († 1515) (Lehouck *et al.*, 2015).



**Illus. n°21.
Reconstitution du visage d'« Idesbald » réalisée par Ludo Vermeulen et la firme Zephyr.**

2.6. Saintes Harlinde et Relinde

Divers reliquaires attribués aux saintes Harlinde et Relinde furent ouverts dans l'église Sainte-Catherine de Maaseik (prov. Limbourg) le 24 août 2016 par Mgr Patrick Hoogmartens, évêque de Hasselt. L'étude scientifique du contenu de ces reliquaires a été coordonnée par Mark Van Strydonck (IRPA).

19. Ce carbonate s'est probablement formé à partir des produits de décomposition du cadavre.
20. La photogrammétrie se base sur des prises de vue acquises selon différents points de vue pour construire à l'aide d'algorithmes un modèle numériques 3D d'un objet physique.

Les informations concernant ces deux saintes proviennent de la tradition orale et de documents rédigés près de 800 ans après les faits (Van Strydonck *et al.*, 2018). Harlinde et Relinde étaient les filles d'Adalhardus et Grinuara. Adalhardus était propriétaire d'un vaste territoire à Aldeneik (village aujourd'hui situé dans la commune de Maaseik) et, peut-être, un noble apparenté aux Pippinides (Dierkens, 1979). Les deux sœurs mérovingiennes furent envoyées dès leur plus jeune âge dans un couvent de Valenciennes où elles reçurent une éducation religieuse et apprirent à lire et à écrire. À leur retour, un couvent fut construit pour abriter Harlinde, Relinde et leurs parents. À la mort de ces derniers, les deux sœurs héritèrent des bâtiments et continuèrent à mener une vie religieuse. Elles furent consacrées abbesses respectivement par Willibrord († 739) et Boniface († 754). Elles furent ensuite rejointes par 12 femmes pieuses avec lesquelles elles formèrent la première communauté bénédictine d'Aldeneik. Harlinde mourut la première le 12 octobre mais on ignore l'année de ce décès. Sa sœur refusa de l'enterrer et son corps fut placé dans un sarcophage recouvert d'un linge. Relinde mourut à un âge avancé, de nombreuses années après sa sœur, le 8 février d'une année inconnue. Leur vénération est attestée à partir du IXe siècle. À cette époque, l'abbesse Ava fit remplacer l'église mérovingienne en bois par un bâtiment en pierre. Les restes des deux sœurs y furent transférés et placés sous l'autel dédié à la Vierge Marie.

En 1388, le long coffre en bois contenant les restes d'Harlinde et Relinde fut ouvert. On y découvrit les os des deux sœurs reposant sur leurs cendres, un fragment de peau de saint Barthélémy, une relique de saint Laurent et d'autres reliques non identifiées.

En 1472, le reliquaire est à nouveau ouvert et un os du bras auquel était encore attaché un morceau de peau fut prélevé.

En 1571, pour échapper à la menace calviniste, les reliques furent transférées dans l'église Sainte-Catherine de Maaseik sous la direction de l'évêque Gérard de Groesbeek. Ce n'est qu'à partir de 1596 qu'elles furent de nouveau présentées aux paroissiens et, en 1601, il fut décidé d'organiser une procession en leur honneur tous les 7 ans. Interrompue à la Révolution française, elle ne reprit qu'en 1871, avec, cette fois, une périodicité de 25 ans.

Un premier inventaire des reliques fut réalisé en 1647 (Schoolmeesters, 1890, pp. 380-384). Il mentionne un grand reliquaire dans lequel étaient conservés des os d'Harlinde et de Relinde rassemblés dans un sac de soie, un bras-reliquaire contenant un os avec de la peau et un morceau de mâchoire comportant deux dents qui auraient appartenu à Harlinde et, un second

bras-reliquaire renfermant des côtes ayant appartenu aux deux sœurs et à saint Christophe.

En 1652, les reliques furent transférées dans un nouveau reliquaire en bois commandé par Guillaume de Borman de Grathem et son épouse. En 1660, un second reliquaire similaire fut offert par les frères Jacob et Willem Croll, chanoines à l'église de Maaseik. Les bras-reliquaires ont été remplacés en 1871.

Les reliques de Maaseik furent à plusieurs reprises offertes à d'autres établissements religieux (Schoolmeesters, 1871, pp. 74-75) :

1. une côte fut donnée en 1661 à l'église d'Ordingen près de Saint-Trond ;
2. un grand morceau du bras droit d'Harlinde fut offert en 1794 à l'église d'Ellikom (prov. de Limbourg) ;
3. la cathédrale de Liège et les Sœurs de Béthanie reçurent des reliques des deux saintes en 1902 et 1930, respectivement.

Le 24 août 2016, le contenu de cinq reliquaires fut étudié par une équipe pluridisciplinaire constituée d'historiens de l'art, d'anthropologues, de spécialistes des textiles et des datations ^{14}C. Il s'agit des deux grands reliquaires de 1652 et de 1660, des deux bras-reliquaires de 1871 et d'un reliquaire en argent réalisé en 1930 pour la congrégation des Sœurs de Béthanie (Van Strydonck *et al.*, 2018).

Le reliquaire qui remonte à 1660 s'est malheureusement révélé vide.

Celui daté de 1652 renferme six sacs en lin, deux bourses et des fragments de textile.

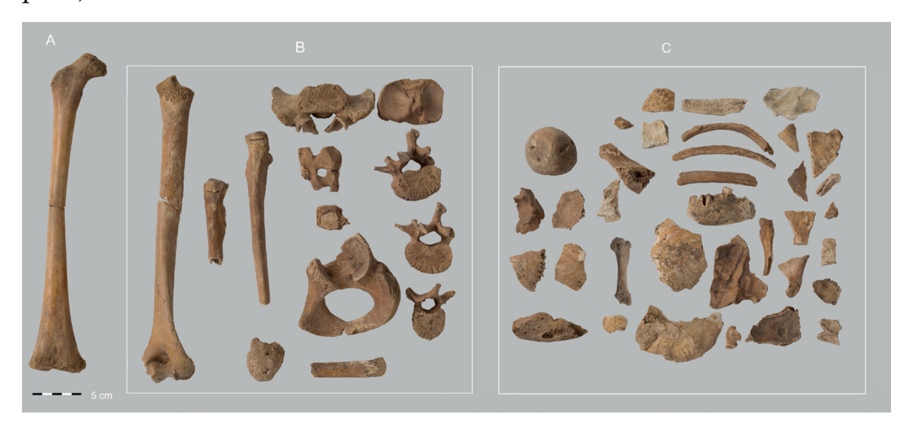


Illus. n°22.
Os humains brûlés provenant du sac en tissu n°1 retrouvé dans le reliquaire d'Harlinde et Relinde daté de 1652 et conservé dans l'église Sainte-Catherine de Maaseik.
Photo : Caroline Polet.

Le sac 1 contient plusieurs centaines d'os brûlés à basse température (300-400°C) (Ellingham *et al.*, 2015) (illus. n°22) et une dizaine d'os non brûlés qui appartiennent à au moins deux individus (trois condyles mandibulaires), des noyaux de prune (*Prunus domestica / institita*, 690-890 AD), des crottes de chèvres (660-870 AD) et un étui à aiguilles (VII-VIIIe siècle). Les restes humains datent de 600 à 770 AD.

Le sac 2 comporte des os animaux, un os long humain brûlé et quatre os non-brûlés appartenant à au moins un individu, une épingle (milieu du VIIe siècle), un récipient en bois (600-770 AD) et un récipient en ivoire.

Le sac 3 livre un clou et 55 restes humains appartenant à un adulte et deux immatures (illus. n°23). L'usure de la molaire présente dans la mandibule indique que l'individu adulte était âgé de 40-45 ans au moment de son décès (Lovejoy, 1985) ; la surface auriculaire de l'os coxal (qui pourrait appartenir au même individu) montre qu'il avait atteint plus de 50 ans (Schmitt, 2005). La mandibule a été datée de 890 à 1040 AD. La longueur du fémur du premier immature indique qu'il était âgé de 8 à 9 ans (Maresch, 1970). Cet os a été daté de 650 à 710 AD. L'état de fusion des épiphyses[21] des os longs montre que le deuxième immature avait un âge compris entre 15 et 20 ans (Brothwell, 1981, p. 66). Son humérus est daté de 710 à 900 AD.



Illus. n°23.
Restes humains provenant du sac en tissu n°3 retrouvé dans le reliquaire d'Harlinde et Relinde daté de 1652 et conservé dans l'église Sainte-Catherine de Maaseik.

A : fémur droit appartenant à un enfant âgé de 8-9 ans.
B : os de l'adolescent-jeune adulte âgé de 15 à 20 ans.
C : os adultes.
(© KIK-IRPA, Brussels).

21. L'épiphyse est l'extrémité des os longs.

Le sac 4 renferme 37 fragments crâniens d'adulte et un os coxal d'adulte presque intact. La DSP lui attribue un sexe masculin avec une probabilité de 99,9 % (Murail *et al.*, 2005) et l'examen de sa surface auriculaire (Schmitt, 2005), un âge de 30 à 59 ans. Deux dates réalisées sur un fragment de frontal et l'os coxal montrent qu'ils sont contemporains et datent de 230 à 390 AD.

Les sacs 5 et 6 contiennent des céramiques datées du XIV-XVe siècle.

Dans la bourse 1, on trouve 6 fragments de crâne adulte (dont un fragment de mandibule qui remonte avec celle du sac 4) et un fragment d'os métacarpien. Un fragment crânien donne une date de 70-240 AD.

La bourse 2 rassemble sept fragments osseux dont cinq appartiennent à au moins un adulte et deux à un adolescent. Ce dernier est daté de 50 à 120 AD.

Le bras reliquaire droit est divisé en deux compartiments (illus. n°3). Le grand compartiment supérieur, supposé contenir un os du bras d'Harlinde (avec un morceau de peau), abrite en fait une diaphyse[22] de tibia d'un enfant de 8 à 10 ans (Maresch, 1970). Il est daté de 690 à 890 AD. Le petit compartiment contient, comme mentionné en 1647, un os maxillaire gauche avec deux dents. Leur usure indique un âge au décès de 30-35 ans (Lovejoy, 1985).

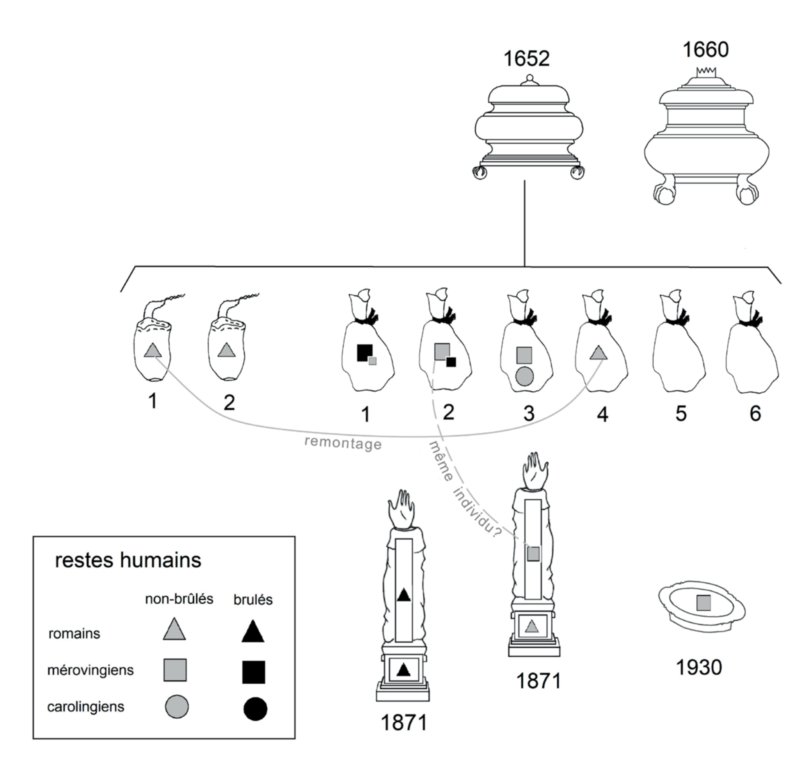
Le bras reliquaire gauche est aussi divisé en deux compartiments (illus. n°3). Le grand compartiment supérieur renferme trois fragments contigus d'un os long d'adulte brûlé (tibia ?). Le petit compartiment abrite deux fragments de crâne d'adulte brûlé. Il est daté de 240 à 390 AD. Il n'y a donc pas comme annoncé en 1647 de côte dans ce bras-reliquaire.

Le reliquaire en argent comprend un morceau d'os frontal avec une glabelle et des reliefs supraorbitaires peu marqués (caractère féminin selon Ferembach, Schwidetzky & Stloukal, 1979). Il est daté de 670 à 870 AD.

En résumé, les datations des restes humains et leur étude anthropologique indiquent qu'un minimum de 12 individus avaient été rassemblés dans les reliquaires de l'église Sainte-Catherine de Maaseik (illus. n°24).

Cinq individus (dont un homme et un adolescent) remontent à la période romaine et sont dispersés entre quatre contenants (les deux bourses, le sac 4 et les bras-reliquaires gauche et droit). L'un d'entre eux serait-il saint Laurent (mentionné en 1388) ?

22. La diaphyse est la partie centrale tubulaire des os longs.



Illus. n°24.
Attribution chronologique des restes humains rassemblés dans les différents reliquaires de l'église Sainte-Catherine de Maaseik.
Dessin : Anne-Marie Wittek (ADIA).

Six sujets sont mérovingiens :

1. deux adultes ont été (partiellement) brûlés et ont été placés dans les sacs 1 et 2 et le bras-reliquaire gauche ;
2. deux autres adultes n'ont pas été brulés, un pourrait être de sexe féminin et se trouve dans le reliquaire en argent ;
3. deux enfants non brûlés de 8-10 ans et 15-20 ans ont été répartis entre le sac 3 et le bras-reliquaire droit.

Parmi les restes adultes, certains pourraient avoir appartenu à Harlinde et/ou Relinde.

Au moins un individu adulte serait carolingien et se trouve dans le sac 3.

3. Conclusion et perspectives

Les recherches scientifiques pluridisciplinaires et interdisciplinaires de reliques entamées majoritairement depuis les années 1990 ont livré des résultats nombreux, variés et parfois inattendus. En général, ce type d'investigation est bien accepté voire même encouragé par l'Église catholique. Toutefois il faut éviter l'aspect trop médiatique de la découverte des restes saints, au risque d'être mal compris ou de céder à un spectaculaire fort éloigné de la Science, et il faut prendre le temps avec toute la sérénité nécessaire à la recherche avant toute communication.

Personnage	NMI	Sexe	Âge au décès	Datation	Remarques
Guidon	×	✓	?	✓	os animaux et d'enfant
Rolende	×	(✓)	✓	(✓)	un autre adulte et un fœtus
Norbert	✓	✓	?	× (plus ancien)	
Jacques de Vitry	✓	✓	× (plus jeune)	(✓)	traces de découpe
Idesbald	✓	✓	× (plus jeune)	× (plus récent)	
Harlinde et Relinde	×	(✓)	?	(✓)	NMI = 12, os (et excréments !) animaux et os d'enfant

Tableau n°2.
Synthèse des études pluridisciplinaires du contenu de reliquaires conservés dans diverses églises de Belgique.
NMI = Nombre Minimum d'Individus, ✓ = conforme aux documents historiques, à la légende, × = non-conforme.

Parmi les études présentées dans cette contribution (tableau n°2), certaines confortent l'attribution des reliques (ou d'une partie de celles-ci) au personnage vénéré, comme dans le cas de Jacques de Vitry, le seul non-saint, de saint Guidon et de sainte Rolende. D'autres, par contre, montrent que les reliques n'appartiennent pas à la personne séculairement désignée, comme Norbert et Idesbald. S'agit-il d'erreurs ou de falsifications volontaires ? L'aspect théologique des dossiers n'est pas de notre compétence mais on constatera que les autorités religieuses ont recherché l'authenticité des reliques, à la base, par exemple, de notre recherche sur saint Norbert. Notre approche est de l'ordre de l'anthropologie et de l'anthropologie historique : en forçant un peu l'approche, nous pourrions même écrire avec humour que plus les reliques sont fausses plus elles nous intéressent pour expliquer les motivations humaines. En-

fin, dans certains cas, comme pour les saintes Harlinde et Relinde, la situation est tellement complexe (restes appartenant à un nombre élevé d'individus et répartis entre plusieurs contenants) qu'il est, pour l'instant, impossible de vérifier si certains restes pourraient effectivement leur appartenir : nous pouvons seulement affirmer que certains os datent bien de l'époque concernée.

Les perspectives des études scientifiques de reliques sont considérables. Elles permettront d'en savoir davantage sur les personnes dont les restes ont été rassemblés dans les innombrables reliquaires encore présents dans nos églises (identité, origine biogéographique, particularités physiques, pathologies, etc.) ainsi que sur le culte chrétien et ses développements. Il faudra bien entendu profiter des progrès des méthodes d'analyse qui sont de plus en plus précises et nécessitent de moins en moins de matière. Il faudra aussi continuer à privilégier les études interdisciplinaires qui combinent, entre autres, l'histoire, l'archéologie, l'histoire de l'art, la génétique et les datations ^{14}C.

D'autres contenus de reliquaires provenant d'églises de Belgique sont en cours d'étude et commencent à livrer leurs secrets comme les reliques de saint Perpète (Dinant), de Dagobert II (Mons), de saint Feuillen (Le Rœulx) et de sainte Odile (Borgloon).

Remerciements

Nous tenons à témoigner notre vive reconnaissance aux examinateurs de cet article pour leurs précieux conseils et nous adressons nos remerciements à Jean-François Stoffel qui l'a accueilli dans cette revue. Nous sommes redevables à Jean-François Nisolle (CHU Dinant-Godinne) pour la radiographie de la fibula et des tibias de Jacques de Vitry ainsi que pour ses commentaires à propos de la fracture. Toute notre gratitude va à Benoît Bertrand (Université de Lille) pour avoir réalisé l'étude cémentochronologique des dents d'Idesbald et de Jacques de Vitry. Merci à Anne-Marie Wittek (Association pour la diffusion de l'information Archéologique) pour avoir réalisé les dessins des reliquaires de Maaseik et des os de Jacques de Vitry présentant des traces de découpe. Nous remercions Stéphane Baciocchi (École des hautes études en sciences sociales, Paris) pour nous avoir autorisés à reproduire la carte de répartition des reliques chrétiennes issues des catacombes romaines.

L'Institut royal du patrimoine artistique a réalisé de nombreuses photographies de reliques et reliquaires que nous avons utilisées pour illustrer notre propos : qu'il en soit chaleureusement remercié. Nous adressons également nos remerciements à Tara Chapman (Institut royal des sciences naturelles de Belgique) pour la relecture du résumé anglais et à Serge Lemaitre (Musées royaux d'art et d'histoire) qui a accepté de relire intégralement notre manuscrit.

Bibliographie

Alunni-Perret, V., Staccini, P., & Quatrehomme, G. (2008). Sex Determination from Distal Part of the Femur in French Contemporary Population. *Forensic Science International*, 175(2-3), 113-117.

Acsádi, G., & Nemeskéri, J. (1970). *History of Human Life Span and Mortality* (traduit par K. Balas). Budapest : Akadémiai Kiadó.

Baciocchi, S., & Duhamelle, C. (2016). Les reliques romaines « hors la ville, en quel lieu que ce soit du monde ». Dans S. Baciocchi & C. Duhamelle (Eds.), *Reliques romaines : invention et circulation des corps saints des catacombes à l'époque moderne* (pp. 1-100), Rome : École française de Rome.

Bang, G., & Ramm, E. (1970). Determination of Age in Humans from Root Dentine Transparency. *Acta Odontologica Scandinavica*, 28, 3-35.

Beau, A., Berland, J.-M., Davril, A., Deshusses, J., Hourlier, J., Grémont, D.-B., Laporte, J., & des Mazis, A. (1980). *Le culte et les reliques de saint Benoit et de sainte Scholastique*. Montserrat : Publications de l'Abadia et Abbaye de Fleury.

Beauthier, J.-P. (2011). Protocole d'étude anthropologique. Dans J.-P. Beauthier (Ed.), *Traité de médecine légale* (pp. 927-970). Bruxelles : De Boeck.

Beauthier, J.-P, Lefèvre, P., & Osterrieth, M. (2004). L'étrange destin d'une grande dame carolingienne. *Biométrie humaine et Anthropologie*, 22, 49-60.

Beauthier, J.-P., Lefèvre, P., Vandenbruaene, M., & Beauthier, F. (2009). Analyse anthropologique des reliques de Sainte Rolende. *Documents et rapports de la Société royale d'archéologie, d'histoire et de paléontologie de Charleroi*, 64, 35-48.

Beleza, S., Santos, A.M., McEvoy, B., Alves, I., Martinho, C., Cameron E., Shriver M.D., Parra, E.J., & Rocha, J. (2013). The Timing of Pigmentation Lightening in Europeans. *Molecular Biology and Evolution*, 30(1), 24-35.

Bertrand, B., Cunha, E., Becart, A., Gosset, D., & Hédouin, V. (2019). Age at Death Estimation by Cementochronology : Too Precise to Be True or too Precise to Be Accurate ? *American Journal of Physical Anthropology*, 169(3), 464-481.

Bidmos, M.A. (2008). Estimation of Stature using Fragmentary Femora in Indigenous South Africans. *International Journal of Legal Medicine*, 122(4), 293-299.

Boano, R., Grilletto, R., & Fulcheri, E. (2006). La bienheureuse Marguerite de Savoie. Dans P. Charlier (Ed.), *Actes du 1er Colloque international de pathographie (Loches, avril 2005)* (pp. 29-36). Paris : de Boccard.

Borrini, M., & Garlaschelli, L. (2019). A BPA Approach to the Shroud of Turin. *Journal of Forensic Sciences*, 64(1), 137-143.

Bosmans, S., Vercauteren, M., & Polet, C. (2014). De gezondheidstoestand in de middeleeuwse abdij Ten Duinen in Koksijde. *Jaarboek Abdijmuseum Ten Duinen. Novi Monasterii*, 14, 21-42.

Boyle, A. (1998). The Bones of the Anglo-Saxon Bishop and Saint, Chad : A Scientific Analysis. *Church Archaeology*, 2, 35-38.

Bozoky, E. (2020). Reliques. *Dictionnaire d'histoire et de géographie ecclésiastiques* (col. 360-382). Turnhout : Brepols Publishers.

Breitinger, E. (1937). Zur Brechnung der Körperhöhe aus den langen Gliedmassenknochen. *Anthropologisches Anzeiger*, 14, 249-274.

Brooks, S., & Suchey, J.M. (1990). Skeletal Age Determination Based on the Os Pubis: A Comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks Methods. *Human Evolution*, 5(3), 227-238.

Brothwell, D.R. (1981). *Digging up Bones : the Excavation, Treatment, and Study of Human Skeletal Remains* (3e édit.). Londres : Cornell University Press & British Museum.

Charlier, P. (Ed.) (2006). *Actes du 1er Colloque international de pathographie (Loches, avril 2005).* Paris : de Boccard.

Charlier, P., Huynh, I., Thillaud, P.L., Pannier, F., Raynaud, F., & Lemaître, J.-L. (2006). Étude pluridisciplinaire du reliquaire de sainte Afra (Barcelone). Dans P. Charlier (Ed.), *Actes du 1er Colloque international de pathographie (Loches, avril 2005)* (pp. 59-70). Paris : de Boccard.

Charon, P. (2006). Légende et pathographie de « Saint Hildevert » : aléas historiques et paléopathologiques de la pathographie. Dans P. Charlier (Ed.), *Actes du 1er Colloque international de pathographie (Loches, avril 2005)* (pp. 351-370). Paris : de Boccard.

Damon, P. E., Donahue, D. J., Gore, B. H., Hatheway, A. L., Jull, A. J. T., Linick, T. W., Sercel, P. J., Toolin, L. J., Bronk, C. R., Hall, E. T., Hedges, R. E. M., Housley, R., Law, I. A., Perry, C., Bonani, G., Trumbore, S., Woelfli, W., Ambers, J. C., Bowman, S. G. E., Leese, M. N., & Tite, M. S. (1989). Radiocarbon Dating of the Shroud of Turin. *Nature,* 337, 611-615.

Daumas, M., Leroy, F., Lefèvre, P., Beauthier, J.-P., Werquin, J.-P., Van Sint Jan, S., Van Strydonck, M., Boudin, M., & Louryan, S. (2019). Les reliques de saint Guidon : esquisse historique et étude anthropologique du squelette extrait de la châsse. *Anthropologica et Praehistorica*, 127/2016, 55-86.

Dauzet, D.-M. (1995). *Petite vie de saint Norbert (1080-1134).* Paris : Desclée De Brouwer.

Decorte, R., Polet, C., Boudin, M., Tilquin, F., Matroule, J.-Y., Dieu, M., Charles, C., Carlier, A., Lebecque, F., & Deparis, O. (2019). An Interdisciplinary Study around the Reliquary of the Late Cardinal Jacques de Vitry. *Plos One*, doi.org/10.1371/journal.pone.0201424.

De Leyn, A. (1896). Le bienheureux Idesbald van der Gracht : son culte à Bruges 1627-1831. *Annales de la Société d'émulation de Bruges,* 46, 1-56.

Demarthe, S., & Mocellin G. (2019). *Chemins d'étoiles : reliques et pèlerinages au Moyen Âge. Catalogue d'exposition, Musée de Saint-Antoine-l'Abbaye (30 juin-10 novembre 2019).* Rennes : Ouest France.

De Waha, M. (1979). *Recherches sur la vie rurale à Anderlecht au Moyen Âge*. Bruxelles : Crédit communal de Belgique.

De Waha, M. (1988), Guidon. Dans *Dictionnaire d'histoire et de géographie ecclésiastiques, XXII* (col. 810-811). Turnhout : Brepols Publishers.

Dierkens, A. (1979). Les origines de l'abbaye d'Aldeneik (première moitié du VIII[e] siècle) : examen critique. *Le Moyen Âge*, (3-4), 389-432.

Dierkens, A. (1983). Le culte de sainte Rolende de Gerpinnes au Moyen Âge : hagiographie et archéologie. Dans *Problèmes d'histoire du Christianisme* (pp. 25-50). Bruxelles. (file:///C:/Users/User/Downloads/VAR-60259-1001_31-08-2017_11-48-10_abbyy.pdf)

Dierkens, A. (1985). *Abbayes & chapitres entre Sambre & Meuse (VII[e]-XI[e] siècles)*. (Beihefte der Francia, 14). Sigmaringen.

Dierkens, A. (2009), Quelques réflexions sur la présentation des sarcophages dans les églises du haut Moyen Âge. Dans A. Alduc-Lebagousse (Ed.), *Inhumations de prestige ou prestige de l'inhumation ? Expressions du pouvoir dans l'au-delà (IV[e]-XV[e] siècle)* (pp. 265-302). Caen : Publications du Crahm.

Donnadieu, J. (2014). *Jacques de Vitry (1175/1180-1240). Entre l'Orient et l'Occident : l'évêque aux trois visages*. Turnhout : Brepols.

Dubois, A., & Huyghebaert, N. (1966). Abbaye des Dunes, à Koksijde et à Bruges. *Monasticon belge*, 3(2), 353-446.

Du Cange, C. (1665). *Traité historique du Chef de Saint Jean-Baptiste*. Paris : S. Cramoisy et S. Mabre-Cramoisy.

Durand, J., & Durand, M. (2006). Corps saints et fragments, l'exposition des reliques au Moyen-Âge. Dans P. Charlier (Ed.), *Actes du 1[er] Colloque international de pathographie (Loches, avril 2005)* (pp. 71-97). Paris : de Boccard.

Durand, M. (2009). Inventions de reliques, création de saints et naissance d'une controverse : les « corps saints » extraits des catacombes romaines (XVII[e]-XIX[e] siècles. Dans P. Charlier (Ed.), *Actes du 2[e] Colloque international de pathographie (Loches, avril 2007)* (pp. 49-72). Paris : de Boccard.

Dutour, O. (1989), *Hommes fossiles du Sahara : peuplements holocènes du Mali septentrional*. Paris : Édition du CNRS.

Ellingham, S.T., Thompson, T.J., Islam, M., & Taylor, G. (2015). Estimating Temperature Exposure of Burnt Bone - A Methodological Review. *Science & Justice*, 55(3), 181-188.

Ervynck, A., Boudin, M., & Van Neer, W. (2018). Assessing the Radiocarbon Freshwater Reservoir Effect for a Northwest-European River System (the Schelde Basin, Belgium). *Radiocarbon*, 60(2), 395-417.

Fasekas, G.I., & Kosa, F. (1978), *Forensic Foetal Osteology*. Budapest : Akademiai Kiado.

Ferembach, D., Schwidetzky, I., & Stloukal, M. (1979). Recommandations pour déterminer l'âge et le sexe sur le squelette. *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 6(1), 7-45.

Finoulst L.-A. (2012). Le sarcophage conservé au Musée du Vieux-Cimetière à Soignies. *Annales du Cercle royal d'histoire et d'archéologie du Canton de Soignies*, 40, 219-230.

Finoulst, L.-A. (à paraître). *Les sarcophages du haut Moyen Âge en Gaule du Nord. Production, diffusion, typo-chronologie et interprétations*.

Fuller, B., Müldner, G., Van Neer, W., Ervynck, A., & Richards, M.P., (2012). Carbon and Nitrogen Stable Isotope Ratio Analysis of Freshwater, Brackish and Marine Fish from Belgian Archaeological Sites (1st and 2nd Millennium AD). *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 27(5), 807-820.

George, Ph. (2018). *Reliques. Se connecter à l'au-delà*, Paris : CNRS Édition.

Georges, P. (1999). Mourir c'est pourrir un peu... Intentions et techniques contre la corruption des cadavres à la fin du Moyen Âge. *Micrologus : Nature, Sciences and Medieval Societies*, 7, 359-382.

Gill, G. W. (1984). A Forensic Test Case for a New Method of Geographical Race Determination. Dans T. A. Rathbun & J. E. Buiskstra (Eds.), *Human Identification : Case Studies in Forensic Anthropology* (pp. 329-339). Springfield (USA) : Charles C. Thomas.

Godron, D.-A. (1864). *Examen ethnologique des têtes de St Mansuy et de St Gérard, évêques de Toul*. Nancy : Raybois (imprimeur de l'Académie de Stanislas), 15 p.

Grévin, G., & Boyer, C. (2006). La « Momie » de Sainte Roseline de Villenauve, Les Arcs-sur-Argens (Var). Dans P. Charlier (Ed.), *Actes du 1er Colloque international de pathographie (Loches, avril 2005)* (pp. 37-50). Paris : de Boccard.

Grilletto, R., Fulcheri, E., Gualco, M., Ambrosetti, F., Gabrielli, N., Ghirelli, T., & Boano, R. (2011). La Bienheureuse Giovanna Scopelli (1439-1491) : analyses pulmonaires et diagnostic de l'anthracose et de pathologies analogues sur d'autres restes humains anciens. Dans P. Charlier (Ed.), *Actes du 3e Colloque international de pathographie (Bourges, avril 2009)* (pp. 19-29). Paris : de Boccard.

Hillson, S. (1996). *Dental Anthropology*. Cambridge : Cambridge University Press.

İşcan, M.Y., & Cotton, T.S. (1986). Race Determination from the Postcranial Skeleton. Dans G. W. Gill & J. S. Rhine (Eds.), *Skeletal Race Identification : New Approach in Forensic Anthropology* (pp. 74-106). Albuquerque : Mawell Museum Technical Series & University of New Mexico.

Kazan, G. (2018). Exploring the Past through Relics : The Oxford Relics Research Cluster. *Material Religion : The Journal of Objects Art and Belief*, 14(4), 1-3.

Kazan, G., & Higham, T.F.G. (2019). Researching Relics : New Interdisciplinary Approaches to the Study of Historic and Religious Objects. Dans S. Hope, M. Manøe Bjerregaard, A. Hedeager Krag & M. Runge (Eds.), *Life and Cult of Canute the Holy : The First Royal Saint of Denmark* (pp. 142-167). (Centrium - Kulturhistoriske studier i centralitet - Archaeological & Historical Studies in Centrality, 4). Odense : Syddansk Universitetsforlag.

Kazan, G., & Higham, T.F.G. (2020). Researching the Relics of the True Cross — a preliminary study. Dans A. Pazos & C. Gonzalez Paz (Eds.), *Relics, Shrines and Pilgrimages in the European Historical Context. Proceedings of the X International Colloquium, Santiago de Compostela, Spain 26-28 September 2016* (pp. 225-246). Abingdon : Routledge.

King, T.E., Fortes, G.G., Balaresque, P., Thomas, M.G., Balding, D., Maisano Delser, P., Neumann, R., Parson, W., Knapp, M., Walsh, S., Tonasso, L., Holt, J.,

Kayser, M., Appleby, J., Forster, P., Ekserdjian, D., Hofreiter, M., & Schürer, K. (2014). Identification of the Remains of King Richard III. *Nature Communications*, 5, article 5631.

Kostova, R., Popkonstantinov, K., Schroeder, H., Willerslev, E., Sultanov A., Kazan, G., &Higham, T. (2020). AMS Dating and Ancient DNA Analysis of Bone Relics Associated with St John the Baptist from Sveti Ivan (Sozopol, Bulgaria). *Journal of Archaeological Science : Reports*, 29, 102082.

Krogman, W.M., & İşcan, M.Y., (1986). *The Human Skeleton in Forensic Medicine* (2e édit.). Springfield (USA) : Charles C. Thomas.

Lamotte, J. (2017-2018). *Étude archéoanthropologique des sépultures de Gossoncourt (Province de Limbourg, Belgique, Moyen-Âge) : profil biologique et recrutement de l'espace funéraire* (mémoire de Master en sciences et technologies, bio-géosciences). Université de Bordeaux, Bordeaux.

Lefèvre, P., Beauthier, J.-P., & Piette, M. (2004). Sur les traces de Hilmeltrude. *Journal de médecine légale droit médical*, 47, 237-245.

Lehouck, A., Van Acker, J., Vanclooster, D., Decorte, R., Gonissen, J., Larmuseau, M., Polet, C., Storme, P., Van Cleven, F. & Van Strydonck, M. (2015). Het schrijn van Idesbald in Brugge geopend. Jaarboek Abdijmuseum Ten Duinen. *Novi Monasterii*, 15, 109-120.

Lenain, T. (2008). Du culte des reliques au monde de l'art : remarques sur la genèse de la critique d'authenticité. *Marburger Jahrbuch für Kunstwissenschaft*, 35, 67-86.

Loris, H. (2018). *Wido van Anderlecht in Kanonikale en Kamerijkse context*. Bruxelles : Herman Loris.

Lovell, N.C. (1997). Trauma Analysis in Paleopathology. *Yearbook of Physical Anthropology*, 40, 139-170.

Lovejoy, C.O. (1985). Dental Wear in the Libben Population : Its Functional Pattern and Role in the Determination of Adult Skeletal Age at Death. *American Journal of Physical Anthropology*, 68(1), 47-56.

Maat, G.J.R., Panhuysen, R.G.A.M., & Mastwijk, R.W. (1999). *Manual for the Physical Anthropological Report*. Leiden : Barge's Anthropologica & Leiden University Medical Center.

Maat, G.J.R., & Van Der Velde, E.A. (1987). The Caries Attrition Competition. *International Journal of Anthropology*, 2, 281-292.

Maresh, M.M. (1970). Measurements from Roetgenograms. Dans R. W. Mc Cammon (Ed.). *Human Growth and Development* (pp. 157-200). Springfield (USA) : Charles C. Thomas Publisher.

Mignot, Ph. & Chantinne, Fr. (2017). Réflexions topologiques sur les églises antérieures à 1050 dans l'ancien diocèse de Tongres-Maastricht-Liège. Dans C. Bis-Worch & C. Theune (Eds.), *Religion, Cults & Rituals in the Medieval Rural Environment* (pp. 129-140). (Ruralia XI). Leiden : Sidestone Press.

Morcillo-Méndez, M.D., & Campos, I.Y. (2012). Dismemberment : Cause of Death in the Colombian Armed Conflict. *Torture*, 22 (Suppl. 1), 5-13.

Murail, P., Bruzek, J., Houët, F., & Cunha, E. (2005). DSP : A Tool for Probabilistic Sex Diagnosis using Worldwide Variability in Hip-bone Measurements. *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 17 (3-4), 167-176.

Nicolotti, A. (2020). *The Shroud of Turin : The History and Legends of the World's Most Famous Relic* (traduit par J. M. Hunt et R. A. Smith). Waco (USA) : Baylor University Press.

Olivier, G. (1963). L'estimation de la stature par les os longs des membres. *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 4, 11e série, 433-449.

Orban, R., & Polet, C. (2003). Diagnostic de l'âge au décès et détermination du sexe. Dans C. Susanne, B. Chiarelli & E. Rebato (Eds.), *Anthropologie biologique : évolution et biologie humaine* (pp. 127-131). Louvain-la-Neuve : De Boeck Université.

Ortner, D. (2002). *Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains* (2e édit.). San Diego (USA) : Academic Press.

Paravicini-Bagliani, A. (1992). Démembrement et intégrité du corps au XIIIe siècle. *Terrain*, 18, 26-32.

Petit, F. (1981). *Norbert et l'origine des Prémontrés*. Paris : Éditions du Cerf.

Philippe-Mortier, A. (2002). *Rolende de Gerpinnes, une grande sainte*. Gerpinnes : Confrérie Sainte-Rolende asbl.

Polet, C., Carlier, A., Doyen, L., Lebecque, F., Tilleux, C., Bertrand, B., Huchet, J.-B., Brecko, J., Boudin, M., & Van Strydonck, M. (2018). Multidisciplinary Study of the Reliquary Contents Attributed to the Bishop Jacques de Vitry (12-13th C. AD). Dans M. Van Strydonck, J. Reyniers & F. Van Cleven (eds.), *Relics @ the Lab - An Analytical Approach to the Study of Relics (Actes du workshop Relics @ the Lab, Bruxelles, 27-28 octobre 2016)* (pp. 109-132). (Interdisciplinary Studies in Ancient Culture and Religion, 20).

Poncelet, A. (1913). St. Ursula and the Eleven Thousand Virgins. Dans C. G. Herbermann (Ed.), *The Catholic Encyclopedia, an International Work of Reference on the Constitution, Doctrine, Discipline, and History of the Catholic Church. Vol. 15 : Tournon-Zwirner* (pp. 225-228). New York : The Encyclopedia Press.

Porta, D., Amadasi, A., Cappella, A., Mazzarelli, D., Magli, F., Gibelli, D., Rizzi, A., Picozzi, M., Gentilomo, A., & Cattaneo, C. (2016). Dismemberment and Disarticulation : A Forensic Anthropological Approach. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 38, 50-57.

Pybes, T. (1624). *De Admiranda Pariter et Miraculosa Prima et Secunda Inventione Corporis Beati Idesbaldi, quinti abbatis monasterii B. Mariae in Flandria.* Bruges : Guillaume de Nève.

Quatrehomme, G. (Ed.), (2015). *Traité d'anthropologie médico-légale*. Louvain-la-Neuve : De Boeck.

Rutty, G. N., & Hainsworth, S. V. (2014). The Dismembered Body. Dans G. N. Rutty (Ed.), *Essentials of Autopsy Practice : Innovations, Updates and Advances in Practice* (pp. 59-87). Londres : Springer.

Schmitt, A. (2005). Une nouvelle méthode pour estimer l'âge au décès des adultes à partir de la surface sacro-pelvienne iliaque. *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 17(1-2), 89-101.

Schockaert, T.-E. (2003). *De abten der cisterciënzerabdij Onze-Lieve-Vrouw-Ten-Duinen te Koksijde (1107-1627) : Overzicht van vijf eeuwen eb en vloed in een monastieke gemeenschap Koksijde*. Coxyde : Gemeente Koksijde.

Schoolmeesters, É. (1871). *Levensschets der HH. Maagden en Abdissen Harlindis en Renildis*, Liège.

Schoolmeesters, É. (1890). Les origines de la ville de Maeseyck. *Analectes pour servir à l'histoire religieuse de la Belgique*, 19, 369-384.

Ségal, A. (1998). Paléopathologie autour des reliques de Saint-Albert de Louvain. *Histoire des sciences médicales*, 32(2), 115-122.

Sellier P., & Portat, E. 2006. Mémorialistes et anatomistes au chevet de Saint Ayoul de Provins : vicissitudes des reliques après la Révolution française. Dans P. Charlier (Ed.), *Actes du 1er Colloque international de pathographie (Loches, avril 2005)* (pp. 215-242). Paris : de Boccard.

Steele, D.G., & McKern T.W. (1969). A Method for Assessment of Maximum Long Bone Length and Living Stature from Fragmentary Long Bones. *American Journal of Physical Anthropology*, 31(2), 215-227.

Taavitsainen, J.-P., Arponen, A., Tamm, J., Putkonen, M., Hornytzkyj, S., Lahtinen-Kaislaniemi, M., & Possnert, G. (2018). Relics from the Pirita Bridgettine Convent near Tallin. Dans E. Russow & V. Lang (Eds.), *Saints, Bishops, Towns and Castles : Time Travels into Middle and Early Modern Ages* (pp. 217-242). Tartu & Tallin (Estonie): Tartu Ülikooli ajaloo ja arheoloogia instituudi, Tallinna Ülikooli archaoloogia taeduskogu ning.

Taylor, R.E., & Bar-Yosef, O. (2016). *Radiocarbon Dating : An Archaeological Perspective*. New York : Routledge.

Thillaud, P.L. (2006). Pathographie de Saint Aubert. Dans P. Charlier (Ed.), *Actes du 1er Colloque international de pathographie (Loches, avril 2005)* (pp. 51-57). Paris : de Boccard.

Trentecamp, J. (Ed.) (1752), De S. Guidone Confessore, Anderlaci in Brabantia prope Bruxellas. *Acta Sanctorum*, Septembre, 4, 36-48.

Trotter, M., & Gleser, G. C. (1952). Estimation of Stature from Long Bones of American Whites and Negroes. *American Journal of Physical Anthropology*, 10(4), 463-514.

Ubelaker, D. H. (1999). *Human Skeletal Remains : Excavation, Analysis, Interpretation* (3e édit.). Washington : Taraxacum.

University of Oxford (5 December 2017), *Could Ancient Bones suggest Santa was Real ?* http://www.ox.ac.uk/news/2017-12-05-could-ancient-bones-suggest-santa-was-real# (récupéré le 15 janvier 2020).

Van Cleven, F., Reyniers, J. & Ervynck, A. (Eds.) (2019), *Met maagdelijke blik. De reliekenschat van Herkenrode doorgelicht* (Scientia Artis, 17). Bruxelles : KIK-IRPA.

van Os, H. (2000), *De Weg naar de Hemel : reliekverering in de Middeleeuwen*. Baarn : De Prom.

Van Royen, H. (2005). Het monastieke leven van de broeders van Ten Duinen, 1107-1833. Dans D. Vanclooster (Ed.), *De Duinenabdij van Koksijde : Cisterciënzers in de Lage Landen* (pp. 61-85). Tielt : Lannoo.

Van Strydonck, M., Boudin, M., Vanden Brande, T., Saverwyns, S., Van Acker J., Lehouck A., & Vanclooster, D. (2016). ^{14}C-dating of the Skeleton Remains and the Content of the Lead Coffin Attributed to the Blessed Idesbald (Abbey of the Dunes, Koksijde, Belgium). *Journal of Archaeological Science : Reports*, 5, 276-284.

Van Strydonck, M., Ervynck, A., Vandenbruane, M. & Boudin, M. (2006). *Relieken. Echt of vals ?* Louvain : Davidsfonds.

Van Strydonck, M., Reyniers, J. & Van Cleven, F. (Eds) (2018). *Relics@The Lab : An Analytical Approach to the Study of Relics (Proceedings of the 1st International Meeting, Bruxelles, 27-28 Octobre 2016).* (Interdisciplinary Studies in Ancient Culture and Religion 20). Louvain : Peeters.

Van Strydonck, M., Boudin, M., Houbey, K., Polet, C., Neskens, A. & Van Cleven, F. (2018). The Veneration of Harlindis and Relindis and the Enigmatic Content of their Relic Shrines. A Story about Ashes, Bones, Fabrics, Needles, Ivory and "Unexpected" Substances. Dans M. Van Strydonck, J. Reyniers & F. Van Cleven (Eds.), *Relics@The Lab : An Analytical Approach to the Study of Relics : Proceedings of the 1st International Meeting, Bruxelles, 27-28 Octobre 2016* (pp. 267-316). (Interdisciplinary Studies in Ancient Culture and Religion 20). Louvain : Peeters.

Van Zieleghem, C. (1895). *Leven en vereering van den zaligen Idesbaldus, III abt van Duinen*. Bruges : De Haene-Wante.

Vauchez, A. (1981). *La sainteté en Occident aux derniers siècles du Moyen Âge d'après les procès de canonisation et les documents hagiographiques.* (Bibliothèque des Écoles françaises d'Athènes et de Rome, 241). Rome : École française de Rome.

Waldron, T. (2009). *Paleopathology*. Cambridge : University of Cambridge.

Weiss-Krejci, E. (2005). Excarnation, Evisceration, and Exhumation in Medieval and Post-medieval Europe. Dans G.F.M. Rakita, J. Buikstra, L. Beck & S. Williams (Eds.), *Interacting with the Dead. Perspectives on Mortuary Archaeology for the New Millennium* (pp. 155-172). Gainesville : University Press of Florida.

Weyns, G. (1969). Abbaye de Grimbergen, *Monasticon belge*, Province de Brabant, t. 4 : Liège, 721-746.

Wilde, S., Timpson, A., Kirsanow, K., Kaiser, E., Kayser, M., Unterländer, M., Hollfelder, N., Potekhina, I.D., Schier, W., & Thomas, M.G., Burger J. (2014). Direct Evidence for Positive Selection of Skin, Hair, and Eye Pigmentation in Europeans during the last 5,000 y. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(13), 4832-4837.

Yochum, T.R., & Rowe, L.J. (2005). *Essentials of Skeletal Radiology* (3e édit., vol. 1). Philadelphie (USA) : Lippincott Williams & Wilkins.

Revue des Questions Scientifiques, 2020, 191 (1-2) : 123-160

La genèse du principe de d'Alembert vue par celui qui saura l'exploiter

Patricia Radelet-de Grave
Université catholique de Louvain
Patricia.Radelet@uclouvain.be

Résumé. – Dans sa *Mécanique analytique*, Lagrange consacre la première partie de son ouvrage à résoudre de manière générale l'ensemble des problèmes de statique. Dans la seconde partie, il va, grâce au *Principe de d'Alembert*, ramener la dynamique à la statique et résoudre ainsi l'ensemble des problèmes de dynamique. Dans la longue introduction qu'il donne à cette seconde partie, Lagrange raconte l'évolution des idées qui ont menées d'Alembert à son principe. L'article qui suit met en parallèle les textes originaux qui composent cette histoire et les éléments du récit de Lagrange. Cette juxtaposition permet de montrer les écueils rencontrés par les différents participants à cette histoire, écueils qui disparaissent du récit de Lagrange. Il s'agit principalement de l'initiation au calcul différentiel et intégral, de la compréhension de la puissance du calcul vectoriel, et bien évidemment de la découverte des forces de liaison ou des contraintes.

Abstract. – In his *Analytical Mechanics*, Lagrange devotes the first part of his work to resolving the various issues of statics in general. In the second part, by virtue of the principle of d'Alembert, he reduces dynamics issues to statics ones, thus solving all dynamics problems. In the lengthy introduction to this second part, Lagrange recounts the progression of ideas that led d'Alembert to his principle. The following article compares the original texts that make up this story to the elements of Lagrange's narrative. This juxtaposition allows us to demonstrate the pitfalls encountered by the various participants in this story, and reveals the absence of these in Lagrange's account. The main points addressed being: an introduction to differential and integral calculus, the understanding of the power of vector calculus, and, naturally, the discovery of binding forces or constraints.

Mots-clés. – Huygens, Christiaan — Bernoulli, Daniel — Bernoulli, Jacob — Hermann, Jacob —Euler, Leonhard — Alembert, Jean Le Rond, dit d' — Lagrange, Joseph-Louis.

Plan de l'article

1. Introduction

Le principe de d'Alembert, baptisé ainsi par Joseph-Louis Lagrange, joue un rôle central dans sa *Mécanique analytique* puisqu'il lui permet d'étendre l'utilisation du principe des travaux virtuels, jusqu'ici réservé à la statique, aux problèmes de dynamique. Il permet, dit-on souvent, guidé par Lagrange, de ramener la dynamique à la statique. Ainsi la mécanique Lagrangienne doit-elle beaucoup à ce principe qui sans elle aurait été oublié depuis longtemps. Lagrange annonce au seuil de la deuxième partie de son ouvrage publié pour la première fois en 1788 puis en 1811 :

> « Section première. Sur les différens Principes de la dynamique.
>
> La Méchanique devint une Science nouvelle entre les mains de Newton, et ses *Principes Mathématiques*… furent l'époque de cette révolution (Lagrange, 1811, p. 222) ».
>
> « […] si on cherche le mouvement de plusieurs corps qui agissent les uns sur les autres par impulsion ou par pression, soit immédia-

> tement comme dans le choc ordinaire, **ou par le moyen de fils ou de leviers inflexibles auxquels ils soient attachés, ou en général par quelqu'autre moyen que ce soit,** alors la question est d'un ordre plus élevé, et les principes précédens sont insuffisans pour la résoudre. Car ici les forces qui agissent sur les corps sont inconnues, et il faut déduire ces forces de l'action que les corps doivent exercer entre eux, suivant leur disposition mutuelle. Il est donc nécessaire d'avoir recours à un nouveau principe qui serve à déterminer la force des corps en mouvement, eu égard à leur masse et à leur vitesse (Lagrange, 1811, p. 228) ».

Dans le passage que nous avons mis en caractères gras, Lagrange exprime qu'il introduit dans ces problèmes, ce que nous appelons aujourd'hui des forces de liaisons ou des contraintes.

> « Dans la première partie de cet Ouvrage, nous avons réduit toute la Statique à une seule formule générale qui donne les lois de l'équilibre d'un système quelconque de corps tiré par tant de forces qu'on voudra. On pourra donc aussi réduire à une formule générale toute la Dynamique ; **car pour appliquer au mouvement d'un système de corps la formule de son équilibre** [c'est-à-dire utiliser le principe de d'Alembert], **il suffira d'y introduire les forces qui proviennent des variations du mouvement de chaque corps, et qui doivent être détruites.** Le développement de cette formule, en ayant égard aux conditions dépendantes de la nature du système, donnera toutes les équations nécessaires pour la détermination du mouvement de chaque corps ; et il n'y aura plus qu'à intégrer ces équations, ce qui est l'affaire de l'analyse » (Lagrange, 1811, pp. 240).

Le passage surligné indique l'utilisation du principe de d'Alembert que Lagrange venait de mentionner à la fin du paragraphe précédent.

Nous analyserons, dans l'article qui suit, les premières traces de ce principe chez Huygens puis les premières tentatives de Jacob Bernoulli et du Marquis de l'Hôpital. Dans une deuxième étape nous analyserons les travaux de Daniel Bernoulli, Jacob Hermann et Leonhard Euler ainsi que l'expression due à Jean le Rond d'Alembert. En parallèle, nous analyserons les jugements donnés *a posteriori* par Lagrange sur tous ces travaux alors qu'il introduit la partie du travail dans laquelle il va fonder la mécanique que l'on qualifie aujourd'hui de Lagrangienne. Il y insiste sur le rôle crucial qu'il attribue au principe de d'Alembert dans son invention.

Lagrange a donné une première ébauche de l'histoire de ce principe dans la première section de la seconde partie de la *Mécanique analitique,* faisant suite

à l'introduction qui vient d'être analysée. Cette ébauche a été commentée par C. A. Truesdell en divers endroits de son introduction au volume XI de la série II des *Opera Omnia* d'Euler et quelques noms de précurseurs y sont ajoutés. Nous allons rassembler, dans un récit suivi, les éléments fournis principalement par Lagrange et en moindre mesure par Truesdell. Nous nous efforcerons de rentrer dans la logique des différents auteurs qui ont participé à l'élaboration de ce principe, car, comme nous le verrons, leurs énoncés sont souvent très éloignés de celui auquel nous donnons aujourd'hui le nom de *principe de d'Alembert* :

$$\sum_i \vec{F}_i - \sum_i m_i \vec{a}_i = 0$$

De plus ce principe se développe dans un contexte mouvant puisqu'il voit la naissance et l'élaboration du calcul différentiel et intégral et ses répercussions sur le développement de la mécanique.

Paul Appell exprime le principe de d'Alembert de la manière suivante pour un système à liaison ou contrainte, qui est le type de système qui sera étudié dans la suite :

> « Soit un système de points matériels sollicités par des forces données et assujettis à des liaisons données pouvant varier avec le temps suivant une loi donnée. Chaque point du système peut être considéré comme libre sous l'action des forces données et des forces de liaison qui agissent sur lui. D'après le principe de d'Alembert, il y a équilibre, à chaque instant, entre les forces données, les forces de liaison et les forces d'inertie » (Appell, 1953, p. 304).

Avant d'entrer dans le vif du sujet, soulignons encore la similitude de cet énoncé, sa quasi-identité, avec celui qui est attribué à Newton :

$$\sum_i \vec{F}_i = \sum_i m_i \vec{a}_i$$

Mais le domaine des forces considérées — Paul Appell vient de le rappeler — dans le membre de gauche a été élargi dans le principe de d'Alembert, il comprend les forces engendrées par les liaisons ou les contraintes. C'est d'ailleurs la difficulté engendrée par la présence de ces forces qui constituera le principal écueil que nos savants devront surmonter.

Nous entamerons notre histoire en 1681 soit trois ans avant la parution de la *Nova methodus* de Leibniz et six ans avant celle des *Principia*. À ce moment, plusieurs aspects des deux relations que l'on vient de donner ne sont pas encore assimilés et notre écriture — le lecteur s'en apercevra — est beaucoup trop mo-

derne. Le caractère vectoriel des éléments qui les forme et pire, la notion d'accélération ou sa conception différentielle ne font pas encore partie de la culture générale. Pour que cette remarque ne dépasse pas notre pensée, reformulons-la en disant que la notion d'accélération n'a pas encore, dans les esprits, la forme différentielle aveuglante qu'elle a pour nous aujourd'hui. Aveuglante, car tout notre exposé montrera le lien que les auteurs découvrent petit à petit entre cette forme différentielle qu'ils décortiquent et le phénomène physique de la mécanique, chose que nous ne faisons plus, que nous ne voyons plus et que nous n'enseignons plus, entraînés que nous sommes par une machine mathématique abstraite. Lagrange écrit :

> « Cette science [des mouvemens variés et des forces accélératrices qui peuvent les engendrer] ne consiste maintenant que dans quelques formules différentielles très-simples » (Lagrange, 1788, p. 162).

Lagrange n'a pas repris ce passage dans la deuxième édition de sa *Méchanique analytique.* Mais il montre l'importance du calcul différentiel qui a tellement évolué depuis l'époque d'Huygens et des frères Bernoulli. Pourtant, Lagrange lui-même considère

> « principalement les forces accélératrices ou retardatrices, dont l'action est continue, comme celle de la gravité, et qui tendent à imprimer à chaque instant une vîtesse infiniment petite et égale, à toutes les particules de matière » (Lagrange, 1811, p. 247).

Utilisant donc encore un vocabulaire archaïque, comme Newton, il appellera « force accélératrice » la vitesse que la force est capable d'imprimer à chaque instant à un mobile quand elle agit de manière constante, le lecteur verra le lien entre le texte que nous avons mis en gras et la notion actuelle d'accélération.

2. La première Partie (1681-1703)

2.1. 1681 : La controverse entre Christiaan Huygens et l'Abbé Catelan à propos du centre d'oscillation

Notre histoire, nous l'avons dit, commence en 1681, à l'époque où Jacob Bernoulli lit l'*Horologium oscilatorium* de Christiaan Huygens.

Cette même année 1681, l'Abbé Catelan soulève une objection contre le principe d'énergie que Huygens utilise pour trouver le centre d'oscillation d'un pendule physique, c'est-à-dire le point où il faudrait rassembler la masse to-

tale de ce pendule pour former un pendule mathématique équivalent, qui aurait donc la même période que le pendule physique. Ce point se définit par sa distance au point de fixation du pendule physique. Plus précisément, Catelan critique la proposition IV de la quatrième partie de l'*Horologium oscillatorium* publié 8 ans plus tôt et qui dit :

> « Proposition IV
>
> Si un pendule composé de plusieurs poids et commençant son mouvement considéré à partir du repos, a exécuté une partie quelconque de son oscillation entière et qu'on se figure qu'à partir de ce moment, le lien commun étant rompu, chacun de ces poids tourne sa vitesse acquise vers le haut et s'élève à la plus grande hauteur possible, par ce fait le centre commun de gravité remontera à la hauteur qu'il avait avant le commencement de l'oscillation » (Huygens, 1673, p. 98 ; trad. française : Id., 1934, p. 254).

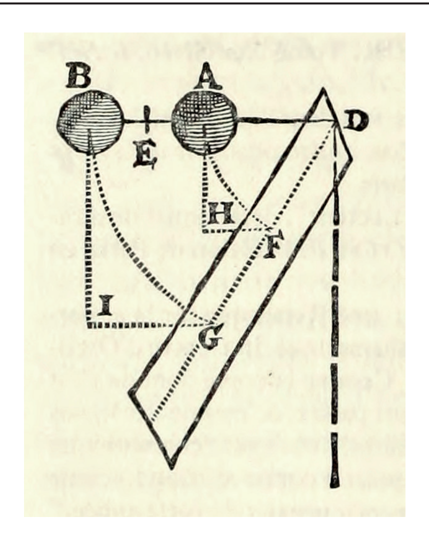
L'idée de séparer les masses, de rompre leur liaison — introduite ici par Huygens et qui sera reprise par Catelan — souligne le rôle des forces de liaison ou contraintes qui jouent dès l'origine un rôle important dans l'élaboration du principe de d'Alembert.

Cette proposition IV vient compléter l'hypothèse fondamentale de Huygens :

> « Hypothèse I
>
> Nous supposons que lorsqu'un nombre quelconque de poids commencent à se mouvoir par leur propre gravité, le centre commun de gravité ne peut s'élever à une hauteur supérieure à celle où il se trouvait au début du mouvement. [...]
>
> Or pour que notre hypothèse ne fasse scrupule à personne, nous montrerons qu'elle ne signifie que ce que nul n'a jamais nié, savoir que les corps graves ne montent pas d'eux-mêmes » (Huygens, 1673, pp. 93-94 ; trad. française : Id., 1934, pp. 247-248).

Cette hypothèse correspond à une application d'une première forme de la loi de conservation de l'énergie.

L'Abbé Catelan veut quant à lui prouver la soi-disant erreur de Huygens en faisant appel à la même expérience :



Illus. n°1.
Huygens, 1899, p. 354.
Source : Internet Archive (https://archive.org).

> « Soyent A et B deux poids égaux dont il ne faut considerer icy ni la grosseur ni la figure comme s'ils estoient reduits chacun dans un point : si les ayant d'abord suspendus separement à un mesme point D, et élevez dans un mesme plan Horisontal DAB ; on les laisse tomber d'eux mesmes jusqu'en F et G ; leurs pesanteurs par une raison de mécanique conforme à l'experience et aux principes de la Physique s'augmenteront dans une telle proportion, ou ce qui est la mesme chose, ils acquierront des vitesses qui auront un tel rapport que leurs quarrez seront entre eux comme les hauteurs AH et BI d'où ces poids descendront perpendiculairement à l'Horison. Que si ensuite l'on attache ces deux poids ensemble par une verge inflexible BA qu'on doit supposer sans pesanteur, et qu'aprés les avoir suspendus au mesme point D dans les mesmes distances DA, DB, on les laisse descendre en F et G de la mesme hauteur qu'auparavant » (Catelan dans Huygens, 1899, p. 354 [n°2260]).

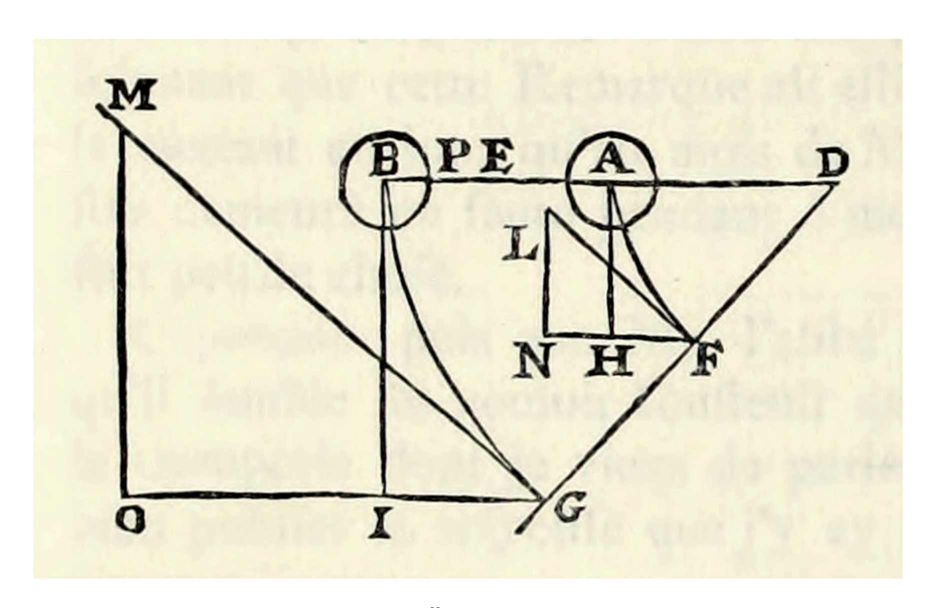
Catelan prétend que :

> « le pendule qu'ils composeront acquierra autant de vitesse que la somme des deux pendules simples, puisque le centre des pesanteurs commun E demeurera le mesme qu'il estoit…
>
> Les vitesses sont donc différentes ; puisque ces hauteurs étant proportionnelles aux vitesses des poids lorsqu'ils sont attachez ensemble, elles ne le sont qu'aux quarrez de leurs vitesses lorsqu'ils sont séparez » (Catelan dans Huygens, 1899, pp. 354-355 [n°2260]).

Catelan imagine ensuite que ce pendule composé heurte le plan incliné DFG et que les masses se détachent l'une de l'autre puis remontent à une hauteur qui doit être, pense-t-il, proportionnelle au carré de la vitesse que chacune d'elles a acquise en tombant, c'est-à-dire des vitesses respectivement proportionnelles aux carrés des rayons DF et DG. Catelan en déduit que chacune des masses va alors remonter à une hauteur différente de celle correspondant à la hauteur dont elle est descendue.

Huygens répond en 1682. Il reprend l'exemple de Catelan et concède le fait que les billes remontent bien à des hauteurs différentes de celles dont elles sont descendues, mais par contre que

> « le **centre de pesanteur** commun des poids A, B montez en L, M sera à même hauteur qu'il estoit en E devant que le balancement fut commencé » (Huygens, 1682, dans Id., 1899, pp. 368-370 [n°2267]).



Illus. n°2.

Huygens, 1899, p. 368.
Source : Internet Archive (https://archive.org).

De nos jour nous appelons centre de gravité ce que Catelan appelle centre de pesanteur.

Huygens ne justifie pas mathématiquement son affirmation qui est néanmoins correcte.

2.2. 1811 : Le jugement de Lagrange (1736-1813) sur l'apport de Christiaan Huygens

> « Huyghens, qui paraît avoir été destiné à perfectionner et compléter la plupart des découvertes de Galilée, ajouta à la théorie de l'accélération des graves celles du mouvement des pendules et des forces centrifuges, et prépara ainsi la route à la grande découverte de la gravitation universelle. [...]
>
> Enfin l'invention du calcul infinitésimal mit les géomètres en état de réduire à des équations analytiques les lois du mouvement des corps; et la recherche des forces et des mouvemens qui en résultent, est devenue depuis le principal objet de leurs travaux ».

Lagrange n'omet pas dans son récit de situer son apport personnel.

> « Je me suis proposé ici de leur offrir un nouveau moyen de faciliter cette recherche ; mais auparavant il ne sera pas inutile d'exposer les principes qui servent de fondement à la Dynamique, et de présenter la suite et la gradation des idées qui ont le plus contribué à étendre et à perfectionner cette science » (Lagrange, 1811, p. 222).

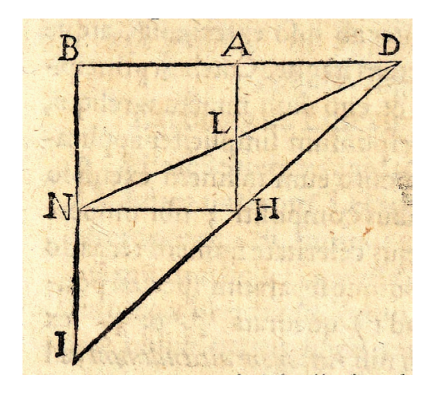
Lagrange poursuit un peu plus loin :

> « C'est ainsi qu'Huyghens a trouvé que les forces centrifuges des corps mus dans des cercles avec des vitesses constantes, sont comme les carrés des vitesses divisés par les rayons des cercles, et qu'il a pu comparer ces forces avec la force de la pesanteur à la surface de la terre, comme on le voit par les démonstrations qu'il a laissées de ses théorèmes sur la force centrifuge publiés en 1673 a la fin du Traité intitulé *Horologium oscillatorium*.
>
> En combinant cette théorie des forces centrifuges avec celle des développées, dont Huyghens est aussi l'auteur, et qui réduit à des arcs de cercle chaque portion infiniment petite d'une courbe quelconque, il lui était facile de l'étendre à toutes les courbes. Mais il était réservé à Newton de faire ce nouveau pas et de compléter la science des mouvemens variés et des forces accélératrices qui peuvent les engendrer » (Lagrange, 1811, pp. 224-225).

2.3. 1686 : Le « récit de la controverse entre Huygens et Catelan » par Jacob Bernoulli

La mise en question par Catelan du principe d'énergie de Huygens conduit Jacob Bernoulli à tenter de résoudre le problème en s'appuyant sur un autre

axiome fondamental, la loi du levier, mais d'un levier particulier puisqu'il est mobile. Il écrit :



Illus. n°3.
Bernoulli, Jacob, 1686, p. 358.
Source : Internet Archive (https://archive.org).

> « On constate de plus que, si la gravité agit sur chaque poids avec une force proportionnelle à leur distance relative à l'axe, **la verge n'oppose aucune résistance à leur descente**, pourtant après exactement le même temps, un corps se trouve en H et l'autre en I, ou le premier en L et l'autre en N, avec ou sans la verge, car la gravité agit dans les deux poids avec des forces égale, de telle façon que dans un même temps les corps devraient parcourir des espaces AH et BN égaux, **mais comme la verge est inflexible, l'un ne parvient qu'en L alors que l'autre poids B est déjà en N** ; il en résulte que la force de la gravité du corps A n'est pas épuisée, et le restant de cette force d'une part entraîne le corps B, de l'autre se perd dans l'axe D, et de même pressant quelque peu ses parties, accumule et anéanti, de sorte que dans ce cas, la verge peut être considérée comme un levier, car il est hors de doute, que si B se mouvait d'une vitesse infiniment lente, c'est-à-dire puisse être considéré comme ferme et stable, comme l'axe D, le corps A transférerait son poids à l'axe D et au corps B » (Jacob Bernoulli, 1686, pp. 358-359 et dans les *Opera*, Op. XXIII, p. 280)[1].

1. « *Constat insuper quod, si gravitas in utrumque pondus ageret viribus, quae proportionatae forent ipsorum respectivis ab axe distantiis, virga nullum adhuc ipsorum descendui afferret impedimentum ; propterea quoniam, exacto certo tempore, unum eorum reperirietur in H, et alterum in I, vel prius in L, posterius in N, sive absque virga, sive cum virga, sive sigillatim, sive conjunctim dimitterentur. Verum enim vero, quoniam gravitas in utrumque pondus agit viribus aequalibus, sic ut pondera eodem tempore aequalia spatia AH et BN transigere annitantur ; et tamen interea pondus A junctim dimissum, ob inflexilem virgam, nequit pertingere nisi ad L, dum pondus B jam est in N, hinc sequitur, gravitatis vim in pondere A*

Jacob Bernoulli estime avec raison que la liaison entre les deux poids ou la contrainte occasionnée par la barre jouent un rôle important et c'est ce que Lagrange souligne à juste titre dans son introduction à la partie dynamique de son ouvrage.

2.4. 1811 : Le jugement de Lagrange sur le récit de Jacob Bernoulli (1686)

> « Mais cette contestation [entre Huygens et Catelan] ayant excité l'attention de Jacques Bernoulli, lui donna occasion d'examiner à fond la théorie de Huyghens et de chercher à la rappeler aux premiers principes de la Dynamique. Il ne considère d'abord que deux poids égaux attachés à une ligne inflexible et droite, et il remarque que la vîtesse que le premier poids, celui qui est le plus près du point de suspension, acquiert en décrivant un arc quelconque, doit être moindre que celle qu'il aurait acquise en décrivant librement le même arc ; et qu'en même tems la vîtese acquise par l'autre poids, doit être plus grande que celle qu'il auroit acquise, en parcourant le même arc librement. La vîtesse perdue par le premier poids s'est donc communiquée au second, et comme cette communication se fait par le moyen d'un levier mobile autour d'un point fixe, l'Auteur suppose qu'elle doit suivre la loi de l'équilibre des puissances appliquées à ce levier ; de maniere que la perte de vîtesse du premier poids soit au gain de vitesse du second, dans la raison réciproque des bras de levier, c'est-à-dire, des distances au point de suspension. De-là et de ce que les vîtesses réelles des deux poids doivent être elles-mêmes dans la raison directe de ces distances, on détermine facilement ces vitesses, et par conséquent le mouvement du pendule » (Lagrange, 1811, p. 235).

Lagrange décrit le fait que Jacob Bernoulli a découvert comment fonctionnent les liaisons en épinglant l'équilibre entre des « vitesses » au sein du corps. Ce qui servira aussi à l'élaboration du principe de d'Alembert. Soulignons, d'autre part, que l'idée de faire appel au levier permettra encore l'élaboration de la loi de ce que Truesdell nomme *moment of momentum* et que nous nommons moment angulaire.

non esse exhaustam ; adeoque seriduum harum virium, ex una parte urgere debere corpus B, ex altera ipsum axem D, eundemque premendo aliquam sui partem ibidem insumere et deperdere ; siquidem virga, hocce casu, instar vectis considerari possit : prout extra dubium est, quod si corpus B infinite tarde moveri, idest, firmum et stabile esse intelligatur, sicut axus D ; corpus A partem sui pondris, aeque in axem D, atque in corpus B transferret. » Traduction de l'auteur.

Lagrange conclut :

> « Tel est le premier pas qui ait été fait vers la solution directe de ce fameux problême. L'idée de rapporter au levier les forces résultantes des vîtesses gagnées ou perdues par les poids, est très-fine, et donne la clef de la vraie théorie ; mais Jacques Bernoulli s'est trompé, en considérant les vîtesses acquises pendant un tems quelconque fini, au lieu **qu'il auroit dû considérer que les vîtesses élémentaires acquises pendant un instant**, et les comparer avec celles que la gravité tend à imprimer pendant le même instant. C'est ce qu'a fait depuis le Marquis de l'Hopital, dans un Ecrit inséré dans le journal de Rotterdam de 1690 » (Lagrange, 1811, pp. 235-236).

Nous appelons aujourd'hui « accélérations » les vitesses évoquées ici par Lagrange et surlignées dans le texte et rappelons que Jacob Bernoulli écrit en 1686 soit deux ans après la publication par Leibniz de la *Nova methodus* qui marque la naissance du calcul différentiel, calcul que les frères Bernoulli ne pratiqueront qu'à partir de 1687.

2.5. 1690 : Une correction de l'Hôpital au raisonnement de Jacob Bernoulli

Pourtant, la recherche de Jacob Bernoulli n'aboutit pas dans le premier texte (Op. XXIII) publié à ce sujet en 1686, à cause d'une erreur qui est expliquée par l'Hôpital (Op. 43, 1690), dans une lettre à Huygens que nous pouvons lire dans l'*Histoire des ouvrages des sçavans* :

> « Pour résoudre ce problème, je considère **les vitesses avec lesquelles les corps A et B commencent à descendre dans le premier instant de leur chute,** ou, si l'on aime mieux, les espaces qu'ils parcourent dans un même tems, quelque petit qu'on le prenne : et c'est dans ce sens que je mets x pour la vitesse, avec laquelle tout corps pesant, grand ou petit, commence à descendre sur des plans également inclinés : car comme l'on sait assez, cette vitesse est égale dans tous les corps » (L'Hôpital, 1690, p. 455).

Autrement dit, il faut considérer l'accélération et non la vitesse comme l'a souligné Lagrange. C'est plus précisément la relation de Newton :

$$\vec{P} = m\vec{g}$$

qui n'était pas encore parfaitement assimilée, même par Jacob Bernoulli, l'un des principaux développeurs du calcul différentiel. Mais nous sommes à pré-

sent en 1690 soit six ans après la publication de la *Nova methodus* et quatre ans après la *Geometria recondita*, les deux grands textes de Leibniz posant les bases du calcul différentiel et intégral. L'Hôpital signale ici que tout objet commence sa chute avec une même vitesse que nous notons g de nos jours. En effet, cette vitesse que l'Hôpital qualifie de « vitesse commençante » est ce que nous appelons aujourd'hui « l'accélération due à la chute » et que nous notons g. Rappelons aussi que le caractère vectoriel des différentes grandeurs n'était pas encore assimilé. Les auteurs que nous considérons dans cet article sont en train de comprendre et de forger les langages différentiel et vectoriel indispensables.

Et les dates de publications de ces textes, 1686 pour celui de Jacob (Op. XXIII) et 1690 pour la correction de l'Hôpital témoignent de la difficulté de ces tâches et de la progression lente de la découverte du calcul différentiel.

2.6. 1811 : Le jugement de Lagrange sur la correction de l'Hôpital

Lagrange utilise l'expression « accélération instantanée » pour le g :

> « Il [le Marquis de l'Hôpital] suppose deux poids quelconques attachés au fil inflexible qui fait le pendule composé, et il établit l'équilibre entre les quantités de mouvement perdues et gagnées par ses poids dans un instant quelconque, **c'est-à-dire, entre les différences des quantités de mouvement que les poids acquierent** réellement dans cet instant, et celles que la gravité tend à leur imprimer. Il détermine par ce moyen le rapport de l'accélération instantanée de chaque poids à celle que la gravité seule tend à lui donner, et il trouve le centre d'oscillation, en cherchant le point du pendule pour lequel ces deux accélérations seroient égales. Il étend ensuite sa théorie à un plus grand nombre de poids, mais il regarde pour cela les premiers comme reunis successivement dans leur centre d'oscillation, ce qui n'est plus si direct, ni ne peut être admis sans démonstration » (Lagrange, 1811, p. 236).

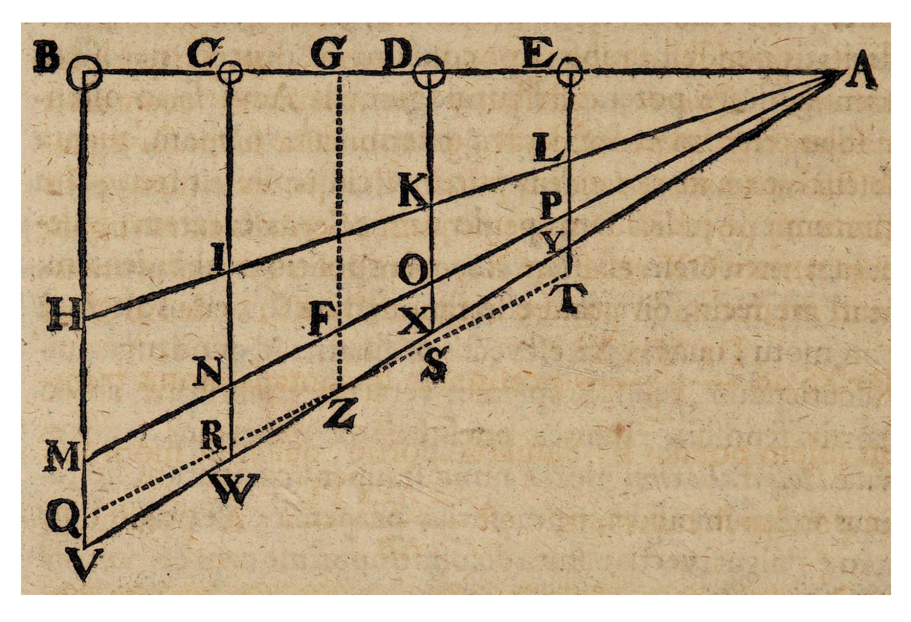
L'année suivante, Jacob Bernoulli va, grâce à la remarque de l'Hôpital, améliorer une première fois sa solution (Op. XLV).

2.7. 1691 : La tentative de Jacob Bernoulli

Le texte de Jacob Bernoulli (Op. XLV) s'intitule : « Démonstration [de l'existence] du centre d'oscillation par la nature du levier »[2].

2. *Demonstratio centri oscillationis ex natura vectis*. Traduction de l'auteur.

Jacob Bernoulli commence par rappeler la supposition faite par Huygens dix ans plus tôt : « la vitesse totale d'un pendule composé est égale à la somme de ses parties prises séparément »[3] et signale qu'il avait émis des doutes quant à ce principe, estimant qu'une partie de la vitesse se consumait dans l'axe. Remarque qui marque le début de la compréhension des forces de liaison qui débouchera sur celle des contraintes. Mais une nouvelle réflexion lui fait penser que le problème du levier comme celui de la balance doivent être différents si ceux-ci sont en mouvement.



Illus. n°4.

Jacob Bernoulli, 1691, p. 318.
Source : Internet Archive (https://archive.org).

Il [Jacob Bernoulli] considère quatre poids quelconques B, C, D, E égaux reliés par une barre rigide AB fixée mais mobile dans le plan en A qui descendent verticalement. Jacob suppose que

> « les vitesses qu'ils acquièrent au moment où ils parviennent en H, I, K, L, soient HM, IN, KO, LP, qui comme elles doivent être, **puisque reliées ensemble**, proportionnelles aux distances de l'axe [A] soit AB, AC, AD, AE ; poursuivant avec la barre, **à laquelle ils sont liés**, leurs descentes avec ces vitesses sans aucune modification,

3. *Celeritatem totalem pendulis compositi æquari summæ celeritatum partium ejus separatarum*. Traduction de l'auteur.

> et sans qu'aucun poids ne transfert du mouvement à un autre. Il ne reste donc que l'impulsion de la gravité, qui à tout instant de temps ajoute de nouvelles vitesses aux vitesses acquises, et qui subit une modification. Qu'on représente cela, (qui est imprimé de la même manière à tous les corps) par de petites lignes MQ, NR, OS, PT, lesquelles sont incomparablement petites par rapport aux vitesses déjà acquises HM, IN, KO, LP, qui elles-mêmes sont incomparablement petites par rapport aux espaces parcourus BH, CI, DK, EL, de telle façon que les trois QM, MH, HB sont dans le rapport des lignes aux surfaces et des surfaces aux corps. Mais, par l'intervention de la barre, il doit se faire que les poids soit simultanément dans les points Q, R, S et T, c'est-à-dire dans la droite QT parallèle à MA ; alors qu'ils devraient être dans la direction de l'axe A, selon la droite VWXY ; j'ajoute donc, que à cause de l'axe une partie des poids n'atteindront pas S et T et l'autre dépassera Q et R alors la portion résiduelle des forces gravifiques sera transmise à S et T d'une part et d'autre part sera absorbée par l'axe » (Jacob Bernoulli, 1691, *Opera*, p. 462)[4].

Il considère donc une barre chargée de 4 poids liés à cette barre qui tombent en pivotant autour d'un axe fixe A. G étant le centre de gravité de ce système de poids. Lorsque la barre est arrivée en HA, après la chute BH pour le premier poids, CI pour le second, DK pour le troisième et EL pour le quatrième, les poids ont acquis respectivement les vitesses que Bernoulli représente par HM, IN, HO, LP auxquelles s'ajoute l'accélération de la pesanteur g qui est la même pour tous et devrait les mener en Q, R, S, T. Mais, et c'est ici que joue la liaison, les poids doivent rester sur la barre et donc sur une droite qui passe par A. L'excès (Bernoulli ne précise pas de quoi) sera redistribué en partie des poids S et T qui ont dépassé disons la barre aux poids Q et R qui ne l'ont pas atteinte

4. « *celeritares quas acquirunt eo momento quo perveniunt in H, I, K, L, sunto HM, IN, KO, LP, quae cum proportionales esse debeant, ob commune vinculum , ipsis ponderum distantiis ab axe AB, AC, AD, AE ; sequitur virgam, cui implicata sunt, ipsorum descensui cum his celeritatibus continuando nihil afferre alterationis, et propterea nullum pondus hactenus in alrerum quicquam de motu suo transferre. Superest ergo solus gravitatis impulsus, qui quolibet temporis instanti acquisitis celeritatibus de novo superadditur, qui alterationem patiatur. Reprasentetur hic, (cum omnibus corporibus æqualis imprimatur) per æquales lineolas MQ, NR, OS, PT, quæ quidem, respectu celeritatum acquisitarum HM, IN, KO, LP, uti hæ ipsæ, respectu spatiorum percursorum BH, CI, DK, EL, habendæ pro incomparabiliter parvis, sic ut hæc tria QM, MH, HB, habeant se quodammodo, ut linea, superficies et corpus. At vero, ob interpositam virgam, fieri nequit ut pondera simul sint in punctis Q, R, S et T, hoc est , in recta QT parallela ipsi MA ; quin potius in directum jacere debent cum axe A, secundum rectam ; V W X Y ; adeo ut, cum pondera axi propiora terminos suos S et T nondum attigerunt, remotiora suos Q et R jam præterierint, parte residua virium gravitatis ab illis in hæc translata, parte in axe absumpta.* » Traduction de l'auteur.

et, ajoute Bernoulli avec raison mais sans justification, le reste se dissipera dans l'axe A.

2.8. 1811 : Le jugement de Lagrange sur la tentative de Jacob Bernoulli (1691)

> « Cette analyse [de l'Hôpital[5]] fit revenir Jacques Bernoulli sur la sienne, et donna enfin lieu à la première solution directe et rigoureuse du problème des centres d'oscillations solution qui mérite d'autant plus l'attention des géomètres, qu'elle contient le germe de ce principe de Dynamique, qui est devenu si fécond entre les mains de d'Alembert.
>
> L'auteur [Jacob Bernoulli] considère ensemble les mouvemens que la gravité imprime à chaque instant aux corps qui composent le pendule, et **comme ces corps, à cause de leur liaison, ne peuvent les suivre, il conçoit les mouvemens qu'ils doivent prendre, comme composés des mouvemens imprimés et d'autres mouvemens ajoutés ou retranchés qui doivent se contre-balancer, et en vertu desquels le pendule doit demeurer en équilibre. Le problème se trouve ainsi ramené aux principes de la Statique**, et ne demande plus que le secours de l'analyse » (Lagrange, 1811, p. 236).

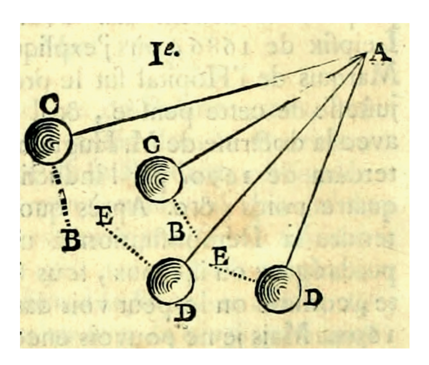
Dans la partie écrite en gras, Lagrange explique comment Jacob Bernoulli élimine en quelque sorte, ces contraintes. Phrase qu'il termine par ces mots : « Le problème se trouve ainsi ramené aux principes de la Statique ». C'est dire exactement ce que Lagrange fait dans la deuxième partie de sa *Mécanique analytique* : ramener la dynamique à la statique grâce au principe de d'Alembert certes mais avec l'aide de Jacob Bernoulli. Car il est certain qu'il fait cela en pensant à ce travail de Jacob Bernoulli, mais également au suivant.

2.9. 1703 : La mise au point de Jacob Bernoulli

Dans le texte de 1703, soit 12 ans plus tard, Jacob Bernoulli étend son raisonnement à un pendule multiple formé d'un nombre quelconque de corps. Il faut savoir, pour comprendre ce long délai, que sur cette recherche déjà riche de nombreux problèmes essentiels, se greffera encore un autre sur le moment d'inertie relié donc à l'intégration et qui mériterait une analyse particulière. Jacob Bernoulli fonde son raisonnement sur le principe suivant :

5. Cf. § 2.5.

« Principe du Levier tiré ou poussé par des puissances qui sont en mouvement.



Illus. n°5.
Jacob Bernoulli, 1703, p. 80.
Source : Biodiversity Heritage Library (https://www.biodiversitylibrary.org).

Soient AC, AC, AD, AD, les branches d'un Levier mobile autour du point A, soient C, C, D, D, des poids ou des puissances, mûes avec des vitesses CB, CB, DE, DE, lesquelles fassent impression suivant les directions CB, CB, DE, DE, perpendiculaires aux bras de levier AC, AC, AD, AD. Je suppose que si tous les produits des puissances C par AC et CB sont égaux à tous les produits des puissances D (qui agissent en sens contraire) par AD et DE ; ou bien si tous les produits de C par AC et CB (entant qu'on conçoit toutes les puissances agir en même sens) sont égaux à rien ; le levier doit demeurer en équilibre.

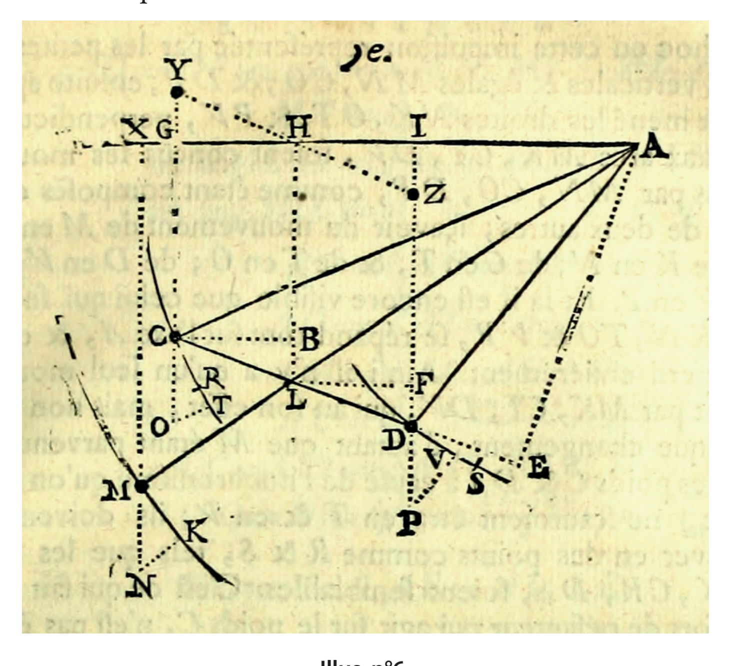
Ce principe a été démontré par feu M. Mariotte dans la proposition 13. de la seconde Partie de son Traité *de la Percussion des corps*, et il n'y a personne qui en disconvienne » (Jacob Bernoulli, 1703, p. 80 et *Opera,* Op. XCVIII, pp. 932-933).

Le principe énoncé par Mariotte dans son *Traité de la percussion* est le suivant :

« Proposition XIII,

Si deux poids ayant une égale quantité de mouvement, tombent sur une balance, de part et d'autre du centre de mouvement, en des points également distants de ce centre, ils feront équilibre au moment du choq ; et si les points où ils choquent la balance sont inégalement distants du centre de mouvement, ils ne seront pas en équilibre ; mais si leurs quantités de mouvement sont en raison réciproque des distances inégales, ils seront en équilibre » (Mariotte, 1684, p. 295).

Constatons qu'il s'agit là d'une expérience de pensée. Mais revenons à la solution de Jacob Bernoulli de 1703. Nous y trouvons, d'entrée de jeu, l'expression : « Soient de plus C et D deux petites parcelles de la figure », qui annonce l'usage du calcul intégral et qui explique probablement le délai de 12 ans entre ce texte et le précédent texte de Jacob Bernoulli. Notons également l'introduction des *vîtesses acquises* dues à l'accélération de la pesanteur qui sont celles que Jacob représentait par les petites lignes, toutes égales MQ, NR, OS, PT, sur la figure de son texte précédent.



Illus. n°6.

Jacob Bernoulli, 1703, p. 81.
Source : (https://www.biodiversitylibrary.org).

Solution

« Soit maintenant A l'axe horizontal du balancement, AXM un plan vertical droit à l'axe ; AM le diamètre de la Figure qui balance, auquel l'on ait appliqué, dans le même plan l'ordonnée CLD à angle donné ALD ; laquelle ait CL = LD. **Soient de plus C et D deux petites parcelles de la Figure**, lesquelles décrivent dans leur balancement les arcs CT, DS ; soit aussi AM la longueur du Pendule simple, qui fait ses vibrations dans le même tems que la figure qui balance.

De ce que le balancement tant de M, que de C et D s'achève, par l'hypothèse, en même tems, il s'ensuit que les vitesses dont ces poids se meuvent à chaque instant, sont proportionnelles à leurs distances

AM, AC, AD, de l'axe A ; et que par conséquent leur mouvement peut être continué avec ces vîtesses, sans que les poids C et D agissent en aucune maniere l'un sur l'autre : **De sorte, qu'il ne faut considérer que la seule impulsion que la pésanteur ajoute à chaque moment aux vîtesses acquises. Soit donc ce choc, ou cette impulsion représentée par les petites lignes verticales et égales MN, CO, et DP ; ensuite, après avoir mené les droites NK, OT, et PV, perpendiculaires aux arcs MK, CT, DV, soient conçus les mouvemens par MN, CO, DP, comme étant composés chacun de deux autres ; sçavoir du mouvement de M en K, et de K en N ; de C en T, et de T en O ; de D en V, et de V en P. Et là, il est encore visible que celui qui se fait par KN, TO et VP, se répand sur tout l'axe A, et qu'il s'y perd entièrement.** Ainsi il n'y a qu'un seul mouvement par MK, CT, DV, qui ait son effet, mais non sans quelque changement : d'autant que M étant parvenu en K, les poids C et D (à cause de l'isochronisme qu'on suppose) ne sçauroient être en T et en V ; ils doivent se trouver en des points comme R et S, tels que les arcs MK, CR, DS, soient semblables. C'est ce qui fait que l'effort de pesanteur qui agit sur le poids C, n'est pas épuisé au point R, et que le reste RT doit être employé à pousser le corps D par VS. Mais parce que ce corps D doit résister autant qu'il est poussé, c'est comme si étant en S, il y avoit une force qui tâchat de le repousser de S en V. De sorte, que voilà un levier CAD, sur lequel des poids comme C, tirant ou poussant d'un côté, avec des forces ou vîtesses RT, et de l'autre des poids, comme D, tirant ou repoussant en sens contraire, avec des forces ou vitesses SV, font équilibre. Donc suivant le précédent Principe du Levier, les sommes des produits C × AC × RT, d'une part, est égale à celle des produits D × AD × VS, de l'autre ; ou (ce qui revient au même) est égale à rien. En voici l'Analyse » (Jacob Bernoulli, 1703, pp. 81-82 et *Opera,* Op. XCVIII, pp. 933-934).

Jacob donne ici une version plus soignée et mieux élaborée de son précédent article sur le sujet, mais il n'introduit rien de nouveau sauf que grâce à la composition des mouvements ou devrais-je dire des forces, il précise la phrase restée elliptique dans son article précédent 1691 (§ 2.7) à savoir : « j'ajoute donc, que à cause de l'axe une partie des poids n'atteindront pas S et T et l'autre dépassera Q et R alors la portion résiduelle des forces gravifiques sera transmise à S et T d'une part et d'autre part sera absorbée par l'axe ».

Dans ce nouveau texte, il va par décomposition des impulsions ou des mouvements, nous dirions des forces, aujourd'hui, déterminer exactement les trois forces qui seront absorbées par l'axe et par conséquent les trois forces qui doivent s'anéantir.



Illus. n°7.
Frontispice du livre de Jacob Herman.

Phoronomia sive de Viribus et Motibus corporum solidorum et fluidorum
(Phoronomie ou des forces et des mouvements de corps solides et liquides)
Source : Internet Archive (https://archive.org).

Grâce à la solution analytique qui suit Jacob Bernoulli donne la longueur du pendule mathématique équivalent au pendule physique et nommée t

$$t = \frac{\int x^2 dp + \int y^2 dp}{\int x \, dp}$$

avec x = AL et y = LC = LD et dp = C = D l'élément de poids en chaque point.

2.10. 1811 : Le jugement de Lagrange sur le texte de Jacob publié en 1703

Lagrange est très bref à propos de ce dernier texte de Jacob Bernoulli mais il le sera encore plus pour un article du frère Johann publié dans le même volume des Mémoires de l'Académie de Paris. Une autre raison, plus vraisemblable, est que ce dernier texte n'intervient plus dans le cheminement qui a mené Lagrange à sa *Mécanique analytique*. Il se borne à dire que

> « Jacques Bernoulli trouva par ce moyen des formules générales pour les centres d'oscillation des corps de figure quelconque, en fit voir l'accord avec le principe de Huyghens, et démontra l'identité des centres d'oscillation et de percussion. Cette solution avait été ébauchée dès 1691, dans les *Actes de Leipsic* ; mais elle n'a été donnée d'une manière complète qu'en 1703, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris* » (Lagrange, 1811, pp. 236-237).

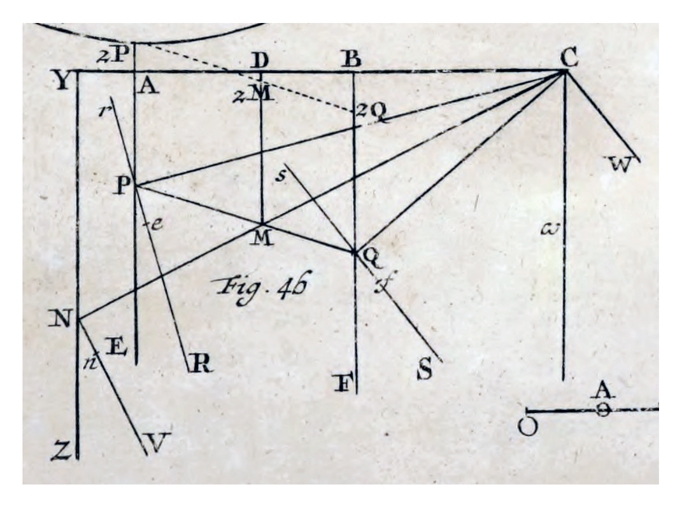
3. La deuxième partie (1716-1750)

Le dernier raisonnement de Jacob Bernoulli est repris par son élève, Jacob Herman, dans sa *Phoronomia* publiée en 1716. Jacob Bernoulli est décédé entretemps et Jacob Herman assure la transition entre la génération des frères ennemis Jacob et Johann Bernoulli et celle de l'amitié quasi fraternelle de Daniel Bernoulli avec Leonhard Euler. Un autre acteur entrera en scène, notre héros : Jean d'Alembert.

Les temps changent pourtant et le *Calcul différentiel et intégral* a fait de grands progrès et l'accent est mis à présent sur ce qui deviendra le calcul vectoriel.

3.1. 1716 : La solution de Jacob Herman

Chapitre V[6]
Des mouvements de graves liés entre eux et tombant conjointement sur des arcs circulaires concentriques solidaires ; ou du mouvement des pendules composés et de leur centre d'oscillation dans toutes les hypothèses de gravité variable



Illus. n°8.
Hermann, 1716, planche n°4.
Notons sur la barre horizontale supérieure les points YADB et C.
Ce dernier indique le point fixe.
Source : Internet Archive (https://archive.org).

Le lecteur retrouvera dans la figure et dans le paragraphe 198 qui suit une adaptation à la gravitation et une généralisation à n corps du problème que Jacob Bernoulli s'était posé dans le cas de trois leviers en 1686, qu'il avait repris en 1691 et terminé en 1703. Ce que Jacob Herman appelle sollicitations remplaçantes ou *vicariae* sont le résultat de la décomposition des forces gravitationnelles qui tendent vers A et agissent sur les différents corps.

> « 198. Les sollicitations remplaçantes des sollicitations gravitationnelles centrales sont des sollicitations tangentielles qu'il faut substituer mentalement aux sollicitations centrales de la gravitation, et équipolentes à ces sollicitations. Donc les sollicitations faites par les grandeurs R, S, etc ; et V fois la masse P, Q etc. et N, c'est-à-dire les

6. « *Caput V. De motibus gravium inter se connexorum atque in arcubus circularibus concentricis junctim delabentium ; seu de motu Peudulorum compositorum eorumque centro oscillationis in omni possibili gravitatis variabilis hypothesi.* » Traduction de l'auteur.

sollicitations R.P, S.Q, etc. et V.N dans les directions PR, QS, etc. et NV, qui sont tangentes aux arcs Pe, Qf, etc. Nn décrit par les corps P, Q etc. et N lorsqu'ils oscillent, agissant chacune dans son propre corps, sont les sollicitations vicariae de la gravité centrale selon les directions normales à l'horizon AP, BQ etc. YN agissant dans les corps P, Q, etc. et N, si celles-ci produisent les mêmes effets que celles-là mais, j'ajoute, agissant en sens contraire selon Pr, Qs etc. et Nu elles sont en équilibre avec les sollicitations de la gravité centrale, que l'on peut donc exprimer par E.P, F.Q etc. et G [Z].N avec les grandeurs E, F, etc. et G [Z] dans les masses P, Q, etc. et N. »[7] (Herman, 1716, p. 102).

« Proposition XXXIII. Lemma.

202. Les sollicitations remplaçantes R, S, etc suivant les directions PR, QS, etc. agissant sur les particules P, Q, etc. du pendule composé impriment la même augmentation de vitesse à ces particules que les sollicitations gravifiques centrales E, F, etc agissant suivant AP, BQ, etc. aux mêmes particules P, Q, etc. ; et j'ajoute que ces sollicitations vicariae accélèrent le mouvement du pendule composé de la même manière que les sollicitations centrales »[8] (Herman, 1716, p. 103).

« Propositio XXXIV Lemma :

203. Si les particules individuelles P, Q, etc. d'un pendule quelconque composé sont soumises à des sollicitations P.R, S.Q, etc. suivant les directions PR, QS où R, S, etc. sont semblables à V, noté V.N, sollicitation tangentielle du mobile N, les vitesses infinitésimales dp, dq,

7. « 198. *Solicitationes vicariae solicitationum gravitatis centralium sunt solicitationes tangentiales loco centralium gravitatis cogitatione substituendæ, atque solicitationibus hisce æquipollentes. Sic solicitationes tangentiales expositæ per facta ex magnitudinibus R, S etc. et V in massas P, Q, etc. et N, hoc est solicitationes R, P, S, Q, etc. et V, N in directionibus PR, QS etc. et NV, quæ tangentes sunt arcuum Pe, Qf, etc. Nn a corporibus P, Q, etc. et N oscillando descriptorum, in sua respectiva corpora agentes, sunt vicariæ solicitationum gravitatis centralium secundum directiones horizonti normales AP, BQ, etc. YN in corpora P, Q, etc. et N agentium, si eundem cum hisce effectum producere valent, atque adeo in oppositas partes secundum Pr, Qs, etc. Nu agentes in æquilibrio consistunt cum solicitationibus gravitatis centralibus, quas deinceps etiam exponam per facta E.P, F.Q etc. et G.N ex magnitudinibus E, F, etc. et G in massas P, Q, etc. et N.* » Traduction de l'auteur.

8. « Propositio XXXIII. Lemma.
202. *Solicitationes vicariæ* R, S, etc. *juxta directiones* PR, QS, etc. *in particulas* P, Q, etc. *penduli compositi agentes eadem velocitatis incrementa singulis hisce particulis imprimere valent, quæ solicitationes gravitatis centrales* E, F, etc. *juxta* AP, BQ, etc. *in easdem particulas* P, Q, etc. *agentes ; atque adeo vicariæ illæ eodem, quo hæ centrales solicitationes, modo penduli compositi motum accelerabunt*. » Traduction de l'auteur.

etc. et dn imprimées à ces P, Q, etc. et N sont semblables, c'est-à-dire que les rayons PC, QC, etc et NC sont semblables »[9] (Herman, 1716, p. 104).

Jacob Hermann rend ainsi compte de la généralité de la loi simple de l'équilibre du levier comme le soulignera d'ailleurs Lagrange.

3.2. 1811 : Le jugement de Lagrange sur Jacob Herman

« On trouve encore dans la *Phoronomie* d'Herman, publiée en 1716, une nouvelle maniere de résoudre le même problême, et qui est fondée sur cet autre principe, que les forces motrices, dont les poids qui forment le pendule sont réellement animées, pour pouvoir être mus conjointement, doivent être équivalentes à celles qui proviennent de l'action de la gravité ; en sorte que les premieres étant supposées dirigées en sens contraire, doivent faire équilibre à ces dernières » (Lagrange, 1811, p. 237).

« Ce principe n'est, dans le fond, que celui de Jacques Bernoulli, présenté d'une manière moins simple , et il est facile de les rappeler l'un à l'autre, par les principes de la Statique. Euler l'a rendu ensuite plus général, et s'en est servi pour déterminer les oscillations des corps flexibles, dans un Mémoire imprimé en 1740, dans le tome VII des anciens *Commentaires de Pétersbourg* » (Lagrange, 1811, p. 237).

Lagrange montre ainsi la contribution de Jacob Hermann qui en usant de la loi du levier dans un problème de dynamique contribue au projet lagrangien de ramener la dynamique à la statique.

3.3. 1740 : Daniel Bernoulli et Leonhard Euler relancent le débat

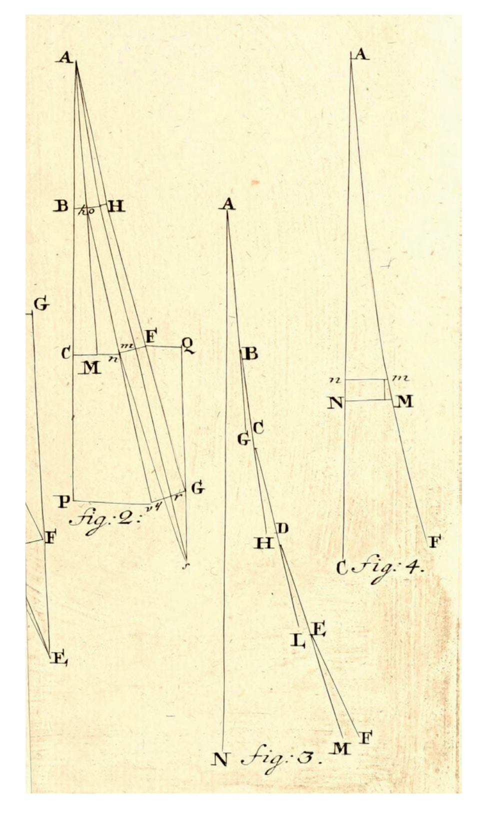
Après une période creuse de 24 ans, le problème va être relancé par le tandem de la nouvelle génération, à qui les anciens ont enseigné le *Calcul* alors qu'ils débutaient leur carrière. Il s'agit principalement du tandem formé par Leonhard Euler et Daniel Bernoulli. Lagrange n'évoque pas le texte de Daniel Bernoulli (1740), intitulé *Démonstration de son théorème sur les oscillations des*

9. « Propositio XXXIV. Lemma.
203. *Si singulæ particulæ* P, Q, etc. *alicujus penduli compositi a solicitationibus* P. R, S. Q, etc. *quarum* R, S, etc. *similes sint ipsi* V, *denotant* V. N *solicitatione tangentiale mobilis* N, *juxta directiones* PR, QS, etc. *urgentur, celeritates infinitesimæ* dp, dq, etc. et dn *ipsis* P, Q, etc. et N *impressæ erunt similes, hoc est radiis* PC, QC, etc. *proportionales*. » Traduction de l'auteur.

corps, qui semble avoir été écrit en 1734 et se contente de mentionner le texte de d'Euler (1740) intitulé *Des petites oscillations des corps tant solides que flexibles : Méthode nouvelle et facile*, écrit en 1735. Il n'est pas rare de voir les deux amis traiter simultanément le même sujet. Daniel est généralement celui qui pose le problème alors que Leonhard le peaufine et le généralise.

Ces deux textes, publiés simultanément en 1740 dans les *Commentarii* de Saint Petersbourg, vont relancer le problème.

Dans ses « théorèmes concernant l'oscillation des corps attachés à un fil », Daniel Bernoulli expose le problème de la manière suivante :



Illus. n°9.

Daniel Bernoulli, 1734, p. 162, fig. n°3.
Source : Biodiversity Heritage Library (https://www.biodiversitylibrary.org/item/38582#page/463/mode/1up).

« Imaginons qu'à un instant donné les différents corps du système soient libérés les uns des autres, et ne prêtons pas attention aux mouvements déjà acquis car nous parlons uniquement des accélérations ou petits changements de mouvement. Donc lorsque n'importe quel

corps change de position, le système adopte une configuration différente de celle qu'il adopterait s'il était lié. Imaginons donc une cause mécanique qui remette le système dans sa configuration propre et de nouveau je cherche les changements de position occasionnés par cette restitution dans chaque corps. De ces deux modifications on pourra déduire le changement de position du système lié »[10] (Daniel Bernoulli, 1734, p. 163).

Il faut bien avouer que le procédé proposé par Daniel Bernoulli n'est pas simple et Euler propose une méthode incontestablement plus simple. Euler introduit son article de la manière suivante :

« Les problèmes liés aux oscillations d'un corps rigide et ceux géométriques concernant la détermination du centre d'oscillation sont courants. Comme un corps rigide conserve sa forme même lorsqu'il est sollicité par un nombre quelconque de puissances ; il suffit pour déterminer leurs oscillations de connaître leur centre d'oscillation. **De cette manière toute la question se ramène à l'oscillation du pendule simple**, qui est à présent bien connu et qui n'est plus mis en doute. Tout ce qui concerne le mouvement des corps rigides revient à déterminer la longueur du pendule simple qui effectue ses oscillations dans le même temps ; une fois cela connu on connaîtra en même temps le mouvement d'oscillation du corps proposé »[11] (Euler, 1740, p. 99).

De cette manière Euler simplifie le problème puisque la forme de l'objet qui oscille n'intervient plus.

10. « *Puta in systemate ad momentum temporis corpora singula a fe invicem solvi, nulla facta attentione ad motum iam acquisitum, quia hic de acceleratione seu mutatione motus elementari tantum sermo est : ita quolibet corpore situm suum mutante , systema aliam accepit figuram , quam non solutum habere debebat : Igitur finge caufam mechanicam quamcunque systema in debitam figuram restituentem atque, rurfus inquiro in mutationem situs ab hac restitutione ortam in quolibet corpore ; et ex utraque mutatione intelliges mutationem situs in systemate non soluto, indeque accelerationem retardationemve veram cuiusvis corporis ad systema pertinentis obtinebis*. » Traduction de l'auteur.

11. « *Quae ad oscillationes corporum rigidorum pertinent problemata, ea Geometriae ad inventionem centri oscillationis referre sunt soliti. Cum enim corpora rigida figuram suam, quantumvis etiam a potentiis sollicitentur, immutatam retineant ; ad eorum oscillationes determinandas sufficit eorum oscillationis centrum nosse. Hac enim ratione tota quaestio reducitur ad oscillationes penduli simplicis, cuius motus iam satis cognitus et extra omne dubium est positus. Omnes idcirco circa motum oscillatorium corporum rigidorum quaestiones eo redeunt, ut inveniatur longitudo penduli semplicis, quod iisdem temporibus oscillationes suas absolvat ; hac enim cognita simul quoque motus oscillatorius corporum propositorum innotescit*. » Traduction de l'auteur.

Lagrange compare les méthodes de Daniel Bernoulli et d'Euler en donnant d'amblée la préférence à Euler dont il souligne néanmoins mais sans plus de détails, la volonté d'étendre le principe de Daniel.

3.4. 1743 : Le travail de Jean d'Alembert

Voyons ce qu'il en est chez d'Alembert. La seconde partie de la première édition[12] du *Traité de Dynamique* publié en 1743 est intitulée :

> « Principe général pour trouver le Mouvement de plusieurs Corps qui agissent les uns sur les autres d'une manière quelconque, avec applications de ce principe » (d'Alembert, 1743, p. 49).

D'Alembert annonce dès l'introduction, après avoir énuméré les trois différentes interactions des corps, à savoir le choc direct, le choc avec un élément intermédiaire et le mouvement d'attraction du système planétaire. Il n'insistera pas sur ce dernier qui a été suffisamment traité par Newton qu'il ne nomme pas. Sur base des deux autres il espère « par une méthode générale ... mettre tous ceux qui sont au fait du calcul [différentiel et intégral] et des principes de la Mécanique, en état de résoudre les plus difficiles problèmes de cette espèce » (d'Alembert, 1743, p. 50).

Définition

> « J'appellerai dans la suite *Mouvement* d'un corps, **la vitesse de ce même Corps considérée en ayant égard à sa direction**, et par quantité de Mouvements, j'entendrai à l'ordinaire le produit de la masse par la vitesse. »

Remarquons que le mouvement du corps acquiert ainsi sa qualité vectorielle puisqu'il a une grandeur et une direction. Mais nous verrons que tout n'est pas dit pour autant.

D'Alembert y pose ensuite le *Problème général* :

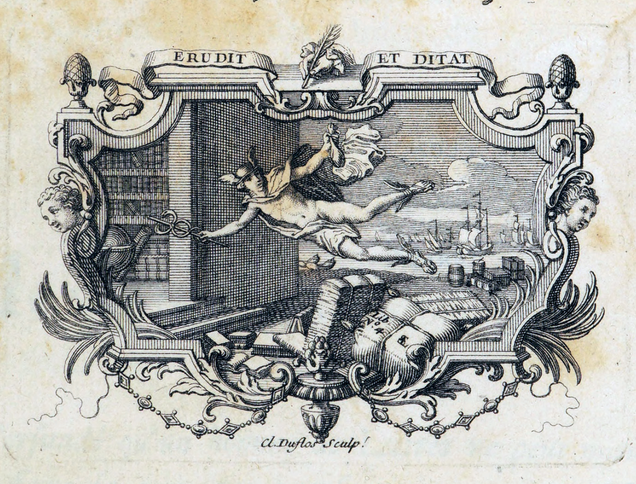
> « Soit donné un système de Corps disposés les uns par rapport aux autres d'une manière quelconque ; et supposons qu'on imprime à chacun de ces Corps un Mouvement particulier, qu'il ne puisse suivre à cause de l'action des autres Corps, trouver le Mouvement que chaque Corps doit prendre » (d'Alembert, 1743, p. 50).
>
> Solution :

12. Il en va de même dans la deuxième édition de 1758.

TRAITÉ
DE
DYNAMIQUE,

DANS LEQUEL LES LOIX DE L'EQUILIBRE & du Mouvement des Corps ſont réduites au plus petit nombre poſſible, & démontrées d'une maniére nouvelle, & où l'on donne un Principe général pour trouver le Mouvement de pluſieurs Corps qui agiſſent les uns ſur les autres, d'une maniére quelconque.

*Par M. d'*ALEMBERT*, de l'Académie Royale des Sciences.*



A PARIS,
Chez DAVID l'aîné, Libraire, rue Saint Jacques, à la Plume d'or.

MDCCXLIII.
AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROI.

Illus. n°10.

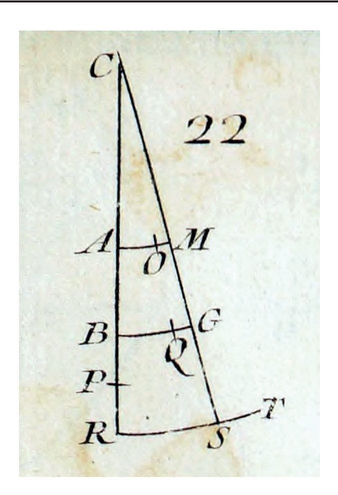
Frontispice.
Source : Internet Archive (https://archive.org).

> « Soient *A, B, C* etc. les Corps qui composent le systême, et supposons qu'on leur ait imprimé les Mouvemens *a, b, c,* etc. qu'ils soient forcés, à cause de leur action mutuelle, de changer dans les Mouvemens a, b, c, etc. Il est clair qu'on peut regarder le Mouvement *a* imprimé au Corps *A* comme composé du Mouvement a qu'il a pris, et d'un autre Mouvement α ; qu'on peut de même regarder les Mouvemens *b, c,* etc. comme composés des Mouvemens b, β, c, x ; etc. d'où il s'ensuit que le Mouvement des *A, B, C,* etc. entr'eux auroit été le même, si au lieu de leur donner les impulsions *a, b, c,* etc. on leur eût donné à la fois les doubles impulsions a, α, b, β, c, x, etc. Or par la supposition, les Corps A, B, C, etc. ont pris d'eux-mêmes les Mouvemens a, b, c, etc. Donc les Mouvemens α, β, x etc. doivent être tels qu'ils ne dérangent rien dans les Mouvemens a, b, c etc. c'est-à-dire que si les Corps n'avoient reçu que les Mouvemens α, β, x etc. ces Mouvemens auroient dû se détruire mutuellement, et le système demeurer en repos.
>
> De là résulte le Principe suivant, pour trouver le Mouvement de plusieurs Corps qui agissent les uns sur les autres. *Décomposés les Mouvemens a, b, c etc. imprimés à chaque Corps, chacun en deux autres a, α ; b, β ; c, x ; etc. qui soient tels, que si l'on n'eût imprimé aux Corps que les Mouvemens a, b, c etc. ils eussent pû conserver ces Mouvemens sans se nuire réciproquement ; et que si on ne leur eut imprimé que les Mouvemens α, β, x, etc. le systême fut demeuré en repos* ; il est clair que a, b, c etc. seront les Mouvemens que ces Corps prendront en vertu de leur accélération. Ce Q. F. Trouver » (d'Alembert, 1743, pp. 50-51).

Où les mouvements a, b, c sont les mouvements réels et les mouvements α, β, x sont destinés à contrer les liaisons. Ce qui est bien équivalent à faire passer dans le membre de gauche de l'équation de Newton les termes $\sum m\vec{a}$. Notons que le fait de ne pas donner de figure pour accompagner ce problème et le principe qui l'accompagne lui donne toute sa généralité.

Dans le chapitre II de cette deuxième section, d'Alembert (1743, pp. 69-70) déduit, de son principe, des propriétés connues du centre de gravité commun de plusieurs corps, puis il attaque, dans le chapitre III, le problème source de son principe, à savoir le mouvement du pendule composé :

« Chapitre III
Problêmes où l'on montre l'usage de Principe précédent
§. 1.
Des corps qui se tirent par des fils ou par des verges.
Problême I



Illus. n°11.

Alembert, 1743, planche, fig. n°22.
Source : Internet Archive (https://archive.org).

73. Trouver la vitesse d'une verge CR fixe en C, (Fig. 22) et chargée de tant de corps A, B, R, qu'on voudra, en supposant que ces Corps, si la verge ne les en empêchoit, décrivissent dans des tems égaux les lignes infiniment petites AO, BQ, RT, perpendiculaires à la verge.

Toute la difficulté se réduit à trouver la ligne RS parcourue par un des Corps R, dans le même tems qu'il eut parcouru RT ; car alors les vitesses BG, AM de tous les autres corps seront connues. Or regardons les vitesses imprimées RT, BQ, AO, comme composées des vitesses RS, ST ; BG, -GQ ; AM, -MO ; par notre Principe, le Levier CAR seroit demeuré en repos, si les Corps R, B, A n'avoient reçu que les Mouvemens ST, -GQ, -MO. Donc A.MO.AC + B.GQ. BC = R.ST.CR, c'est-à-dire qu'en nommant AO, a, BQ, b, RT, c, CA, *r*, CB, r, CR, ρ, et RS, x, on aura

$$R \cdot \overline{c-a} \cdot \rho = Ar(\frac{xr}{\rho} - a) + Br(\frac{xr}{\rho} - b);$$

par conséquent

$$x = \frac{Aar\rho + Bbr\rho + Rc\rho\rho}{Arr + Brr + R\rho\rho}$$

Dans cet exemple, d'Alembert applique son principe à la lettre et dans un corollaire, il compare son résultat avec celui obtenu, dans son texte de 1703, par Jacob Bernoulli qui ramenait le pendule physique au pendule mathématique.

3.5. 1811 : Jugement de Lagrange sur le travail de d'Alembert

Lagrange fait l'inventaire des recherches sur le sujet, rappelle que le principe d'énergie de Huygens ne fournit qu'une seule équation et qu'il fallait donc, dans chaque cas, compléter avec des équations fournies par d'autres principes. Lagrange montre ensuite la valeur du travail de d'Alembert :

> « Le traité de Dynamique de M. d'Alembert qui parut en 1743, mit fin à ces especes de défis [de trouver d'autres équations], en offrant une méthode directe et générale pour résoudre, ou du moins pour mettre en équations tous les problêmes de Dynamique que l'on peut imaginer. **Cette méthode réduit toutes les loix du mouvement des corps à celles de leur équilibre, et ramene ainsi la Dynamique à la Statique.** Nous avons déja remarqué que le principe employé par Jacques Bernoulli dans la recherche du centre d'oscillation, avoit l'avantage de faire dépendre cette recherche des conditions de l'équilibre du levier ; mais il étoit réservé à M. d'Alembert d'envisager ce principe d'une maniere générale, et de lui donner toute la simplicité et la fécondité dont il pouvoit être susceptible » (Lagrange, 1811, pp. 238-239).

Lagrange donne ensuite le principe proposé par d'Alembert :

> « Si on imprime à plusieurs corps des mouvemens qu'ils soient forcés de changer à cause de leur action mutuelle, il est clair qu'on peut regarder ces mouvemens comme composés de ceux que les corps prendront réellement, et d'autres mouvemens qui sont détruits ; d'où il suit que ces derniers doivent être tels, que les corps animés de ces seuls mouvemens se fassent équilibre.
>
> Tel est le principe que d'Alembert a donné dans son *Traité de Dynamique*, et dont il a fait un heureux usage dans plusieurs problèmes, et surtout dans celui de la précession des équinoxes. Ce principe ne fournit pas immédiatement les équations nécessaires pour la solution des problèmes de Dynamique, mais il apprend à les déduire des conditions de l'équilibre. Ainsi en combinant ce principe avec les principes ordinaires de l'équilibre du levier, ou de la composition des forces, on peut toujours trouver les équations de chaque problème ; mais la difficulté de déterminer les forces qui doivent être détruites, ainsi que les lois de l'équilibre entre ces forces, rend souvent l'application de ce principe embarrassante et pénible ; et les solutions qui en résultent sont presque toujours plus compliquées que si elles étaient déduites de principes moins simples et moins directs, comme on peut s'en convaincre par la seconde partie du même Traité de Dynamique » (Lagrange, 1811, p. 239).

3.6. 1750 : Un tournant historique, la *Découverte d'un nouveau principe de mécanique* par Leonhard Euler

Le texte d'Euler intitulé *Découverte d'un nouveau principe de mécanique* n'est pas mentionné par Lagrange et n'est pas directement lié à la recherche qui nous occupe, mais il permet de mieux situer les difficultés rencontrées par les différents participants à cette recherche.

J'ai à plusieurs reprise signalé des difficultés rencontrées par les auteurs précédents, due au fait qu'ils ne reconnaissaient pas les grandeurs vectorielles. Lacune qui les empêchait de comprendre que certaines équations qui reliaient des grandeurs vectorielles contenaient en fait trois équations et non une seule. C'est ce que Euler découvre ici à propos de la loi de Newton $\vec{F} = m\vec{a}$. Et cette fois l'usage des flèches indiquant les vecteurs est justifié.

En effet, de manière inattendue pour nous, le « nouveau » principe dont Euler nous entretient n'est autre que la loi de Newton qu'il va réécrire avec fierté :

$$\text{I. } 2Mddx = P\,dt^2\,; \quad \text{II. } 2Mddy = Q\,dt^2\,; \quad \text{III. } 2Mddz = R\,dt^2.$$

En effet, Euler y décompose chaque élément vectoriel, avant la lettre, en trois composantes et obtient donc — et c'est là la nouveauté — trois équations résultant de la loi de Newton. D'autre part, Euler distingue, dans ce texte, la loi de Newton et la loi du *moment of momentum* ou loi du moment angulaire. Nous avons vu que jusqu'ici, suivant l'idée de Jacob Bernoulli de faire appel à la loi du levier, le principe de d'Alembert est toujours donné pour les moments de forces et non pour les forces comme on le fait actuellement.

3.7. 1811 : La mise au point définitive par Joseph-Louis Lagrange dans la *Mécanique analytique*

> « Considérons un système de corps disposés les uns par rapport aux autres comme on voudra, et animés par des forces accélératrices quelconques » (Lagrange, 1811, p. 248).

Lagrange pose donc le problème dans toute sa généralité. Il se fixe un repère orthonormé et il détaille ensuite, sous l'influence du texte d'Euler *sur un nouveau principe de mécanique*, la décomposition des forces, P, Q, R, ..., en trois composantes, ainsi que celles des positions, x, y, z et celles des vitesses,

$\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}$. Puis il introduit les accélérations dans un langage qui nous mettra les textes précédents dans un jour nouveau.

> « Ainsi, à cause de la perpendicularité de ces plans, les coordonnées x, y, z représentent les espaces par les quels le corps en mouvement s'éloigne des mêmes plans ; par conséquent $\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}$, représenteront les vitesses que ce corps a dans un instant quelconque pour s'éloigner de chacun de ces plans là, et se mouvoir suivant le prolongement des coordonnées x, y, z et ces vitesses, si le corps était ensuite abandonné à lui-même, demeureraient constantes dans les instans suivans, par les principes fondamentaux de la théorie du mouvement.
>
> Mais par la liaison des corps et par l'action des forces accélératrices qui les sollicitent, ces vitesses prennent, pendant l'instant dt, les accroissemens $d \cdot \frac{dx}{dt}, d \cdot \frac{dy}{dt}, d \cdot \frac{dz}{dt}$, qu'il s'agit de déterminer. On peut regarder ces accroissemens comme de nouvelles vitesses imprimées à chaque corps, et en les divisant par dt, on aura la mesure des forces accélératrices employées immédiatement à les produire ; car quelque variable que puisse être l'action d'une force, on peut toujours, par la nature du calcul différentiel, la regarder comme constante pendant un temps infiniment petit, et la vitesse engendrée par cette force est alors proportionnelle à la force multipliée par le temps ; par conséquent la force elle-même sera exprimée par la vitesse divisée par le temps.
>
> En prenant l'élément dt du temps pour constant, les forces accélératrices dont il s'agit seront exprimées par $\frac{d^2x}{dt^2}, \frac{d^2y}{dt^2}, \frac{d^2z}{dt^2}$, et en multipliant ces forces par la masse m du corps sur lequel elles agissent, on aura $m\frac{d^2x}{dt^2}, m\frac{d^2y}{dt^2}, m\frac{d^2z}{dt^2}$. Pour les forces employées immédiatement à mouvoir le corps m pendant le temps dt, parallèlement aux axes des coordonnées x, y, z. On regardera donc chaque corps m du système comme poussé par de pareilles forces; par conséquent toutes ces forces devront être équivalentes à celles dont on suppose que le système est sollicité, et dont l'action est modifiée par la nature même du système; et il faudra que la somme de leurs momens soit toujours égale à la somme des momens de celles-ci, par le théorème

donné dans l'article 15 de la seconde section de la première Partie » (Lagrange, 1811, pp. 249-250).

Finalement Lagrange donne l'expression analytique de l'équilibre ou du principe de d'Alembert :

« Nous emploîrons dans la suite la caractéristique ordinaire d pour représenter les différentielles relatives au temps, et nous dénoterons les variations qui expriment les vitesses virtuelles par la caractéristique δ, comme nous l'avons déjà fait dans quelques problèmes de la première Partie.

Ainsi on aura $m\frac{d^2x}{dt^2}\delta x, m\frac{d^2y}{dt^2}\delta y, m\frac{d^2z}{dt^2}\delta z,$ pour les momens des forces $m\frac{d^2x}{dt^2}, m\frac{d^2y}{dt^2}, m\frac{d^2z}{dt^2},$ qui agissent suivant les coordonnées x, y, z, et tendent à les augmenter; la somme de leurs momens pourra donc être représentée par la formule

$$S(\frac{d^2x}{dt^2}\delta x + \frac{d^2y}{dt^2}\delta y + \frac{d^2z}{dt^2}\delta z)m,$$

en supposant que le signe d'intégration S s'étende à tous les corps du système » (Lagrange, 1811, p. 250).

Nous assistons à un nouveau changement puisqu'apparaît un signe d'intégration S qui n'est d'ailleurs pas encore le signe définitif. Le S va s'allonger pour donner celui auquel nous sommes habitués et permettre l'écriture des bornes d'intégration. Ce changement a lieu entre la première et la deuxième édition de la mécanique analytique de Lagrange, c'est-à-dire entre 1788 et 1811.

Lagrange va ensuite introduire P, Q, R, etc les forces accélératrices pour calculer les moments de ces forces

« qui sollicitent chaque corps m du système ; vers les centres auxquels ces forces sont supposées tendre ; et soient p, q, r, etc. les distances rectilignes de chacun de ces corps aux mêmes centres. Les différentielles δp, δq, δr, etc. représenteront les variations des lignes p, q, r, etc. provenantes des variations δx, δy, δz des coordonnées x, y, z du corps m ; mais comme les forces P, Q, R, etc. sont censées tendre à diminuer ces lignes, leurs vitesses virtuelles doivent être représentées par -δp, -δq, -δr, etc. ; donc les momens des forces mP, mQ, mR, etc. seront exprimés par -mPδp, -mQδq, -mRδr, etc., et la somme des momens de toutes ces forces sera représentée par

$$-S(P\delta p + Q\delta q + R\delta q + \text{etc.})m.$$

Egalant donc cette somme à celle de l'article précédent [voir supra], on aura

$$S(\frac{d^2x}{dt^2}\delta x+\frac{d^2y}{dt^2}\delta y+\frac{d^2z}{dt^2}\delta z)m=$$
$$-S(P\delta p+Q\delta q+R\delta r+\text{etc.})m.$$

Et transposant le second membre

$$S(\frac{d^2x}{dt^2}\delta x+\frac{d^2y}{dt^2}\delta y+\frac{d^2z}{dt^2}\delta z)m+-S(P\delta p+Q\delta q+R\delta r+\text{etc.})m=0.$$

C'est la formule générale de la Dynamique pour le mouvement d'un système quelconque de corps » (Lagrange, 1811, pp. 250-251).

Cette expression est l'expression actuelle du principe de d'Alembert généralisée à un grand nombre de forces et en considérant, comme les différents auteurs l'ont fait à la suite de Jacob Bernoulli, les moments de forces au lieu des forces.

4. Conclusion

En retraçant à travers les textes originaux la genèse et la réception du principe de d'Alembert, nous espérons avoir montré les différentes difficultés que les auteurs de l'époque ont rencontrées. Nous pouvons distinguer deux époques qui correspondent *grosso modo* à deux générations de savants.

La première est celle des frères aînés de la famille Bernoulli avec Jacob et son frère Johann de 13 ans son cadet. Cette période débute peu avant la découverte du calcul différentiel et intégral par Leibniz et nous avons vu les difficultés rencontrées dans la compréhension des dérivées premières qui permettent de calculer les vitesses et les dérivées secondes qui donneront les accélérations.

La deuxième génération est celle de Daniel Bernoulli le fils de Johann, de Leonhard Euler et de d'Alembert. Cette fois, c'est la rencontre avec la notion de vecteur et, plus précisément, avec le fait — énoncé pour la première fois clairement par Euler en 1750 dans un texte intitulé *Sur un **nouveau** principe de mécanique* — qu'un vecteur est formé de trois composantes. Et la conclusion qui en découle, à savoir qu'une équation vectorielle correspond à 3 équations.

Voilà ce qu'a apporté ce principe qui n'est plus mis en exergue aujourd'hui, puisqu'il est devenu évident que si

$$\sum_i \vec{F_i} - \sum_i m_i \vec{a}_i$$

il en découle que

$$\sum_i \vec{F_i} - \sum_i m_i \vec{a}_i = 0.$$

Même s'il est vrai que la $\sum \vec{F_i}$ englobe ici les forces de liaison ou de contrainte. Mais il n'en a pas toujours été ainsi. Et le sentiment de victoire montré par Euler lorsqu'il comprend la richesse de cette équation et qu'il écrit l'article intitulé *Découverte d'un nouveau principe de mecanique* en témoigne.

Bibliographie

Alembert, J. Le Rond d' (1743). *Traité de Dynamique* (1re édit.). Paris : David.

Alembert, J. Le Rond d' (1758). *Traité de Dynamique* (2e édit.). Paris : David.

Appell, P. (1953). *Traité de mécanique rationnelle*. Paris : Gauthier-Villars.

Bernoulli, Daniel (1732). St. 23 : Theoremata de oscillationibus corporum filo flexili connexorum et catenae verticaliter suspensae. *Commentarii academiae scientiarum imperialis Petropolitanae*, 6, 108-122.

Bernoulli, Daniel (1734). St. 25 : Demonstrationes theorematum suorum de oscillationibus corporum filo flexili connexorum et catenae verticaliter suspensae. *Commentarii academiae scientiarium imperialis Petropolitanae*, 7, 162-173.

Bernoulli, Daniel (1735). Lettre de Daniel Bernoulli à Leonhard Euler, 4 juin. Dans P.-H. Fuss, *Correspondance mathématique et physique de quelques célèbres géomètres du XVIIIe siècle*, pp. 423-425.

Bernoulli, Jacob (1686). Op. XXIII : Narratio Controversiae inter Dn. Hugenium et Abbatem Catelanum agitatae de Centro Oscillationis, quae loco Animadversionis esse poterit in Responsionem Dn. Catelani. *Acta eruditorum*, 356-360 et *Opera,* 277-281.

Bernoulli, Jacob (1691). Op. XLV : Demonstratio Centri Oscillationis ex Natura Vectis. *Acta eruditorum*, (juillet), 317-321 et *Opera*, 460-465.

Bernoulli, Jacob (1703). Op. XCVIII : Démonstration générale du centre de Balancement ou d'Oscillation, tirée de la nature du Levier. *Histoire de l'Académie royale des sciences avec les mémoires de mathématique et de physique tirés des registres de cette Académie*, partie mémoires, 78-84 et *Opera*, 930-936.

Bernoulli, Jacob (1704). Op. C : Démonstration du Principe de M. Hugens, touchant le centre de Balancement, et de l'identité de ce centre avec celui de percussion. *Histoire de l'Académie royale des sciences avec les mémoires de mathématique et de physique tirés des registres de cette Académie*, partie mémoires, 136-142 et *Opera*, 947-953.

Bernoulli, Johann (1737). Op. CXXXVII : Theoremata selecta pro conservatione virium vivarum demonstranda et experimentis confirmanda. Excerpta ex Epistolis datis ad filium Danielem, 11.Oct. et 20. Dec. (stiil. nov.) [1727]. *Commentarii academiae scientiarium imperialis Petropolitanae*, 2, 200-207.

Catelan, Abbé de (1681). Remarques de Mr. l'Abbé de Catelan sur la proposition fondamentale de la iv. partie du Traité de la Pendule de Mr. Huygens. *Journal des Sçavans*, du lundy 8 septembre 1681, pp. 323-327 dans l'édition d'Amsterdam. Il sera publié une deuxième fois dans cette même édition en 1682, pp. 5-9. Il ne paraitra pas dans l'édition de Paris. Il est repris dans Huygens, *Œuvres complètes*, vol. 8, pp. 353-355 (n°2260).

Centre (1703). Sur le centre de balancement ou d'oscillation. *Histoire de l'Académie royale des sciences avec les mémoires de mathématique et de physique tirés des registres de cette Académie*, partie histoire, 114-124.

Euler, L. (1735). Lettres de Leonhard Euler à Daniel Bernoulli. Dans P.-H. Fuss, *Correspondance mathématique et physique de quelques célèbres géomètres du XVIII*[e] *siècle*.

Euler, l. (1740). E 40 : De minimis oscillationibus corporum tam rigidorum quam flexibilium. Methodus nova et facili. *Commentarii academiae scientiarium imperialis Petropolitanae*, 7, 99-122.

Euler, L. (1750). E 177 : *Découverte d'un nouveau principe de mecanique*. Mémoires de l'Académie des sciences de Berlin, 6, 185-217.

Fraser, C. (1985a). D'Alembert's Principle : The Original Formulation and Application in Jean d'Alembert's « Traité de dynamique » (1743) (1). *Centaurus*, 28(1), 31-61.

Fraser, C. (1985b). D'Alembert's Principle : The Original Formulation and Application in Jean d'Alembert's « Traité de dynamique » (1743) (2). *Centaurus*, 28(2), 145-159.

Hermann, J. (1716). *Phoronomia*. Amsterdam : Westenios.

Huygens, C. (1673). *Horologium Oscilatorium*. Paris : Muguet.

Huygens, C. (1899). *Œuvres complètes de Christiaan Huygens. Tome 8 : Correspondance 1676-1684*. La Haye : M. Nijhoff.

Huygens, C. (1934). *Œuvres complètes de Christiaan Huygens. Tome 18 : L'horloge à pendule ou à balancier de 1666 à 1695*. Anecdota. La Haye : M. Nijhoff.

Krbek, F. von (1953). Geschichte des Prinzips von d'Alembert. *Wissensch. Z. Univ. Greifswald. Math.-Nat.*, 2, 15-22.

Lagrange, J. L. (1788). *Mechanique analitique*. Paris : Desaint.

Lagrange, J. L. (1811). *Mechanique analitique*. Paris : Veuve Courcier.

L'Hôpital, G. de (1690). Jac. Op. 43 : Lettre de Mr. le Marquis de l'Hospital à Monsieur Huygens, dans laquelle il pretend demonstrer la regle de cet Auteur touchant le centre d'Oscillation du pendule composé, par sa cause physique, et répondre en même temps à Mr. Bernoulli. *Histoire des ouvrages des sçavans*, (juin), 440-449.

Maltese, G. (1992). *La storia di « F = ma », la seconda legge del moto nel XVIII secolo*. Firenze : Leo S. Olschki.

Mariotte, E. (1684). *Traité de la percussion ou chocq des corps, dans lequel les principales règles du mouvement sont expliquées et démontrées par leurs véritables causes* (3e édition, reveüe et augmentée de plusieurs propositions touchant l'accélération du mouvement des corps qui tombent). Paris : E. Michallet.

Newton, I. (1687). *Philosophiæ naturalis principia mathematica*. Londres : Jussu Societatis Regiæ.

Robinet, A. (1958). L'abbé de Catelan, ou l'erreur au service de la vérité. *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, 11(4), 289-301. doi : https://doi.org/10.3406/rhs.1958.3667

Truesdell, C. A. (1960). The rational mechanics of flexible or elastic bodies 1638-1788. Dans L. Euler, *Opera omnia : ser. II, vol. XI, sectio secunda*. Basel : Birkhäuser.

Truesdell, C. A. (1968). *Essays in the history of Mechanics*. Springer.

Revue des Questions Scientifiques, 2020, 191 (1-2) : 161-169

Le Chanoine et le Prix Nobel

Brève histoire d'une reconnaissance

Dominique Lambert
Université de Namur
dominique.lambert@unamur.be

Résumé. – En soulignant quelques moments clefs de l'histoire de la reconnaissance de l'œuvre de Georges Lemaître, nous mettons en valeur le rôle important et pionnier joué par le Prix Nobel Jim Peebles qui fut l'un des premiers à saisir toute l'importance de la cosmologie du célèbre chanoine de Louvain.

Abstract. – By outlining some key moments in the history of the recognition of Georges Lemaître's work, we highlight the valuable and pioneering role played by Jim Peebles, Nobel Laureate, who was one of the first to fully comprehend the importance of the renowned Canon of Louvain's cosmology.

Mots-clefs. – Cosmologie — Lemaître, Georges — Peebles, Phillip James Edwin — Science et foi.

Durant longtemps, la contribution de Georges Lemaître à la cosmologie physique contemporaine a été sous-estimée. Ce dernier eut bien une courte période de gloire, au début des années trente, liée à la reconnaissance quelque peu tardive de son extraordinaire article de 1927, expliquant la fuite des galaxies lointaines par l'expansion exponentielle d'un univers sphérique. Cependant, la cosmologie de l'atome primitif, qu'il avait introduite en 1931, fit l'objet d'une occultation, voire d'un désintérêt ou même d'une sorte de mépris. On peut expliquer cette situation par plusieurs facteurs. Une raison est naturelle : entre 1931 et 1965, aucune observation astronomique décisive ne pouvait valider l'idée d'un cosmos débutant avec une singularité initiale et se dilatant suivant la courbe d'expansion prévue par Lemaître, caractérisée par un choix d'une valeur non nulle de la constante cosmologique. Une autre cosmologie théorique

vit le jour, évinçant, entre 1948 et 1965, celle de l'atome primitif. Il s'agit de la *Steady State Cosmology* de Hoyle, Bondi et Gold, mettant en jeu un univers en expansion, sans commencement ni fin. La cosmologie de Lemaître apparaissait bel et bien démodée pour la jeune génération de physiciens et d'astronomes de la fin des années 1950 et du début des années 1960 ! Mais, il faut reconnaître que la cosmologie du chanoine Lemaître faisait aussi l'objet d'une suspicion « philosophique ». Lemaître était prêtre et, même s'il avait veillé, depuis le début des années 1930, à défendre une distinction claire entre ce qui relève des sciences et ce que l'on doit à la foi, il n'en restait pas moins vrai que son hypothèse d'un « commencement naturel » de l'univers évoquait irrésistiblement chez certains l'idée théologique d'une création. Bien entendu, pour Lemaître, il était bien clair que la *création*, au sens biblique, ne pouvait se confondre avec la notion de *commencement naturel*, c'est-à-dire celle d'état physique initial de l'univers. Mais, bon nombre de physiciens, et non les moindres, n'avaient aucune conscience, ou ne se souciaient pas, de la distinction rationnelle relevée par Thomas d'Aquin entre création et commencement. Pour eux, Lemaître avait cherché à récupérer la cosmologie dans le giron de la théologie. Extrêmement apprécié par sa hiérarchie, Lemaître avait fait les frais, en 1951, de ce que certains interprétaient comme une mise en avant par Pie XII, dans son discours *Un'Ora* (1951/1994), de son hypothèse de l'atome primitif. En fait, encore une fois, il n'en était rien, mais les légendes sont tenaces et l'histoire plus subtile[1]. Le célèbre livre de Stephen Hawking, *Une brève histoire du temps* déclare encore en 1988[2] :

> « Beaucoup de gens n'aiment pas l'idée que le temps a un commencement, probablement parce que cela sent un peu l'intervention divine (L'Église catholique, de son côté, s'est emparée du modèle

1. Le discours *Un'Ora* de 1951 ne visait absolument pas à mettre en avant la cosmologie de Lemaître, qui n'y est d'ailleurs évoquée qu'allusivement et sans mention de son auteur. Il s'agissait plutôt, dans le contexte qui suivait la publication d'*Humani Generis* (1950), ressentie comme un frein à la recherche scientifique, de montrer que l'Église avait tout à gagner à se plonger dans les sciences pour revisiter les prolégomènes empiriques aux célèbres cinq « voies » thomistes vers l'existence de Dieu. Or précisément, la dominante *Steady State Cosmology* ne cadrait pas avec ce projet, puisqu'elle se présentait comme une « création sans créateur » et qu'elle débouchait sur une régression à l'infini dans la suite des processus naturels. Quand on le lit en détails et que l'on étudie le contexte de son écriture — suggérant l'influence du P. Johan Stein, Directeur de la *Specola Vaticana*, mort en 1951 —, on découvre que l'hypothèse de Bondi, Hoyle et Gold était l'une des cibles du discours *Un'Ora*.
2. Ce n'est qu'à la fin de sa vie que l'on trouve chez Hawking une allusion à Lemaître (Hawking & Mlodinow, 2010, p. 127).

du Big Bang et, en 1951, l'a déclaré officiellement en accord avec la Bible) » (p. 69).

Dans ce bestseller, un hommage est rendu à Friedmann, Robertson, Walker, Hubble, Bondi, Hoyle, Gold, Dicke et Peebles, mais Lemaître n'y est pas cité, y compris dans le chapitre dédié à l'univers en expansion ! Si l'on y songe, Lemaître avait été le premier, en 1931, à « séculariser » la notion de *commencement*, tout en la distinguant du concept théologique de *création* qui, par ailleurs, conservait pour lui toute sa richesse. Mais, paradoxalement, un frein à la reconnaissance tardive du chanoine louvaniste a été certainement le fait de personnes qui se sont évertuées à propager la légende d'un prêtre inventant une cosmologie pour donner du crédit à l'idée de création !

À partir de 1965, la situation va changer drastiquement ! En effet, grâce à la découverte du « CMB » (« Cosmic Microwave Background ») par Penzias et Wilson et son interprétation essentielle par Jim Peebles et Robert Dicke[3], l'intuition fondamentale de la cosmologie de Lemaître va commencer à trouver de solides bases empiriques. Après la mort de Mgr Lemaître et pour faire connaître l'œuvre de ce dernier, son collaborateur et ami, Odon Godart, créa en 1969 à l'UCLouvain une « Chaire Georges Lemaître » dont le premier titulaire fut Sir William McCrea suivi un peu plus tard de George McVittie. Odon Godart avait, fort heureusement, conservé précieusement les archives de Mgr Lemaître. En 1972, il travailla à la réédition du fameux livre *L'hypothèse de l'atome primitif*[4]. Puis, en 1977 et à nouveau en 1982, avec l'aide de Michael Heller — un cosmologiste, philosophe et théologien polonais qui deviendra membre de l'Académie pontificale des sciences et qui fut titulaire de la « Chaire Georges Lemaître » —, il commença le classement et l'étude des archives, ainsi que la publication de certains manuscrits inédits. Par la suite, ces archives furent préservées et mises en valeur par André Berger avec l'aide précieuse et efficace de Liliane Moens. Grâce au travail considérable réalisé par ces personnes, les documents de Mgr Lemaître constituent aujourd'hui, au sein des Archives de l'UCLouvain, un fond inestimable, accessible aux chercheurs (voir https://archives.uclouvain.be), et dont une partie a fait l'objet, en 2018, d'un classement au Patrimoine de la Fédération Wallonie-Bruxelles avec la qualification de « trésor immatériel ».

3. Sur la contribution de Dicke et Peebles, nous renvoyons au magnifique ouvrage de John C. Mather (Prix Nobel) et John Boslough (2008).
4. Ce livre (Lemaître, 1972) paru dans la collection *Épistémè* dirigée par Georges Thinès et Denyse Thinès.

La reconnaissance du caractère fondamental et pionnier de l'œuvre cosmologique de Lemaître mettra du temps. Il faut rendre ici un hommage tout spécial à Jim Peebles. Dès 1980, son grand livre *The Large-Scale Structure of the Universe* donne une place importante aux travaux de Lemaître (pp. 19, 23, 29, 59-63 et 399). Peebles, à la suite de ce dernier, plaida pour une réintroduction de la constante cosmologique dans les modèles d'univers. En cela, il fut visionnaire ! En effet, la validation observationnelle de la courbe d'expansion de l'univers déterminée par une constante cosmologique non nulle et positive n'arriva que dans les années 1990. Jim Peebles contribua aussi, par son immense renommée scientifique, à soutenir des initiatives qui permirent d'attirer l'attention sur la richesse du travail de Lemaître. En octobre 1983, à Louvain-la-Neuve, aux côtés du Prix Nobel, Christian de Duve, représentant l'Académie pontificale des sciences (dont Lemaître avait été le deuxième Président !), Peebles [illus. n°1] fut l'un des orateurs majeurs du premier grand symposium international, organisé par André Berger, célébrant la cosmologie de Lemaître (Berger, 1984 ; *Discours*, 1984).



Illus. n°1.

Jim Peebles prononçant son discours lors de la cérémonie d'ouverture du symposium international organisé en l'honneur de Georges Lemaître, cinquante ans après l'initiation de sa cosmologie du Big Bang (Louvain-la-Neuve, 1983).
Source : Centre de recherches et de documentations sur Georges Lemaître (UCLouvain), avec mes remerciements à Liliane Moens pour la mise à ma disposition de ce cliché.

Jim Peebles n'avait pas seulement perçu, en pionnier, et dans tous ses aspects techniques, l'importance de la cosmologie de Lemaître, mais il avait aussi

compris, en profondeur, ce qui lui avait permis de suivre, sans incohérence, ce qu'il nommait les « deux chemins vers la vérité » (Aikman, 1933). Il est ainsi touchant de voir que le futur Prix Nobel ait tenu à conclure la préface traduite par Patricia Radelet[5] par « la leçon profondément précieuse » de G. Lemaître, règle d'or d'une vie où science et foi coexistaient, sans distorsion, dans l'unité de l'action d'un cosmologiste et d'un prêtre d'exception.

Un tournant dans la redécouverte de la vie et de l'œuvre de Mgr Lemaître fut sans conteste les manifestations organisées à Charleroi et à Louvain-la-Neuve à l'occasion du centième anniversaire de sa naissance. La ville de Charleroi, sous l'impulsion de l'Institut d'astronomie et de géophysique Georges Lemaître, rendit un hommage au cosmologiste de Louvain en y conviant des personnes qui avaient eu la chance de le côtoyer parmi lesquelles André Deprit, André Berger, Paul Paquet, Pierre Macq, ses anciens étudiants, mais aussi Hubert Reeves qui lui avait rendu visite à Louvain, et des scientifiques comme Michael Heller, Jean Pierre Luminet, Jean-Claude Pecker et Jacques Demaret. Ce dernier, professeur à l'Université de Liège et l'un des grands cosmologistes belges, avait joué un rôle important en faisant connaître, par ses enseignements et ses publications, les aspects les plus techniques de l'œuvre de Lemaître (Caprasse & Lambert, 2001)[6].

Un colloque organisé, le 4 novembre 1994, à Louvain-la-Neuve, par Jean-François Stoffel (1996) et Patricia Radelet, permit, pour la première fois, de découvrir, en plus des contributions scientifiques, les facettes philosophiques et religieuses de la vie de Lemaître, en révélant la *cohérence* d'une vie qui, sans renoncer à la science ou à la foi, avait évité tout *concordisme* nuisible. C'est à l'occasion de ce colloque que le public va découvrir deux manuscrits importants du jeune Lemaître : « Les trois premières paroles de Dieu » (Stoffel, 1996, pp. 107-111), témoin de sa recherche spirituelle durant la Première Guerre mondiale, et « La physique d'Einstein » (Stoffel, 1996, pp. 223-360), une véritable introduction, originale pour l'époque, à la relativité restreinte et générale. Ce dernier texte vient de faire l'objet d'une très belle édition critique en langue anglaise par Jan Govaerts et Jean-François Stoffel (Lemaître, 2019[a]). En 1995, parut aussi, à l'Académie royale de Belgique, sous l'impulsion de Jean Mawhin et d'André Delmer, un recueil d'œuvres choisies de Lemaître qui permit, entre

5. Je remercie ici chaleureusement Patricia Radelet de m'avoir fait l'honneur et le plaisir de traduire, ci-après, cette préface.
6. J. Demaret étudia, par exemple, l'utilisation par Lemaître en 1933 d'un univers de Bianchi, homogène mais anisotrope.

autres, de mettre en valeurs quelques-uns de ses beaux travaux spécifiquement mathématiques (Lemaître, 1995).

Si une série de scientifiques, comme Jean-Pierre Luminet à Meudon (Friedmann & Lemaître, 1997) ou Andrzej Krasinski (1997)[7] à Varsovie et d'historiens des sciences, comme Helge Kragh (1996), continuaient à remettre en valeur l'œuvre de Lemaître et si, d'autre part, les données d'observation avaient contribué à accréditer le type d'évolution de l'univers prévu par le cosmologiste de Louvain dès 1931, impliquant l'effet d'une constante cosmologique positive, il faut bien avouer que Lemaître ne faisait toujours pas, au tournant de l'an 2000, l'objet d'une franche et large reconnaissance internationale. Mais les choses vont heureusement changer à partir de 2011. Deux événements caractéristiques en sont les témoins.

D'une part, en 2011, une conférence est organisée à Cambridge (UK) par Rodney D. Holder et Simon Mitton (2012) à l'occasion du 80e anniversaire de l'hypothèse de l'atome primitif. Lors de cette conférence, une question fut posée par David Block concernant la traduction en anglais de l'article fondamental de Lemaître de 1927 et la disparition, dans celle-ci, d'éléments cruciaux établissant la priorité de Lemaître quant à la détermination de la fameuse constante (H) qui intervient dans la loi dite de Hubble. Mario Livio (2011) du Space Telescope Science Institute à Baltimore, aidé de Liliane Moens, des Archives Georges Lemaître à Louvain-la-Neuve, apportèrent une réponse définitive à cette interrogation (Nussbaumer & Bieri, 2011 ; van den Bergh, 2011 ; Reich, 2011 ; Block, 2011), en soulignant, une nouvelle fois, mais avec force, que le nom de Georges Lemaître ne pouvait plus être dissocié de la loi de Hubble. Durant la conférence de Cambridge, David Block plaida aussi fortement pour qu'un télescope fût baptisé du nom de Lemaître ! Quelques années plus tard, en août 2018, après un vote historique de l'Union astronomique internationale (IAU) et grâce à l'énergique engagement de Piero Benvenuti, la 30e Assemblée de l'IAU donna son accord pour que l'on attribue désormais à la loi de Hubble le nom de « Loi de Hubble-Lemaître »[8].

D'autre part, en 2014, un autre événement marquant eut lieu avec le lancement, le 29 juillet, depuis Kourou, du 5e Véhicule ravitailleur de la Station spatiale internationale (*Automated Transfer Vehicle*, ATV-5) baptisé « Georges Lemaître » par l'ESA, l'Agence spatiale européenne, grâce au soutien de personnes convaincues de l'importance de l'œuvre du cosmologiste de Louvain.

---

7. Cet ouvrage met en évidence la richesse de l'article de Lemaître (1933).
8. https://www.iau.org/news/pressreleases/detail/iau1812/

Aujourd'hui, on peut dire que M[gr] Georges Lemaître a retrouvé, dans la littérature et dans l'enseignement, la place qu'il méritait. Des livres lui sont consacrés et des traductions de ses œuvres sortent de presse[9]. Les universités belges (UCLouvain et KU Leuven) n'ont pas ménagé leurs efforts pour mettre en valeur la personne et les archives du cosmologiste. Un centre de recherche porte aussi son nom : *BEL* (« Brout-Englert-Lemaître Center », créé par l'UCLouvain, la KU Leuven, l'ULB et la VUB, et lancé le 30 avril 2019). Désormais, les étudiants du monde entier découvriront peut-être le chanoine en apprenant la « Loi de Hubble-Lemaître » ! De notre côté, nous ne pourrons oublier que la reconnaissance de Lemaître a été liée au caractère visionnaire d'un autre génie de la science : Jim Peebles, dont Hawking (1989, p. 64) lui-même disait dans *Une brève histoire du temps* : « [pour la découverte du CMB] Penzias et Wilson reçurent le prix Nobel en 1978 (ce qui semble un peu dur pour Dicke et Peebles…) ». S'il était encore parmi nous, Hawking serait content ! Jim Peebles est Prix Nobel ! À travers lui, c'est aussi la mémoire de M[gr] Lemaître qui se trouve honorée !

Bibliographie

Aikman, D. (1933). Lemaître Follows Two Paths to Truth, the Famous Physicist, who is also a Priest, Tells why he Finds no Conflict Between Science and Religion, *New York Times Magazine*, February 19, 3.

Berger, A. (ed.) (1984). *The Big bang and Georges Lemaître : Proceedings of a Symposium in Honour of G. Lemaître Fifty Years after his Initiation of Big Bang Cosmology, Louvain-la-Neuve, 10-13 October 1983*. Dordrecht ; Boston ; Lancaster : D. Reidel Publishing C[o].

Block, D. (2011). *A Hubble Eclipse : Lemaître and Censorship*. http://arxiv.org/abs/1106.3928.

Caprasse, H., & Lambert, D. (édit.) (2001). Jacques Demaret (1943-1999). *Revue des questions scientifiques*, 172(4), 321-416.

Discours prononcés lors de la cérémonie d'ouverture du symposium international organisé en l'honneur de Lemaître cinquante ans après l'initiation de sa cosmologie du *big bang,* Louvain-la-Neuve, 10-13 octobre 1983 (1984). *Revue des questions scientifiques*, 155(2), 139-224.

Friedmann, A., & Lemaître, G. (1997). *Essais de cosmologie [précédés de] L'invention du Big Bang [par J.-P. Luminet]* (textes choisis, présentés, traduits du russe ou

9. Signalons ici l'excellente traduction, avec introduction, de Mauro Stenico (Lemaître, 2019b) qui comporte une traduction du manuscrit « Les trois premières paroles de Dieu » et aussi de l'interview que donna Lemaître, un mois avant sa mort, en 1966, à Radio-Canada.

de l'anglais et annotés par J.-P. Luminet et A. Grib). (Sources du savoir). [Paris] : Éditions du Seuil.

Hawking, S. (1989). *Une brève histoire du temps : du Big Bang aux trous noirs* (traduit par I. Naddeo-Souriau). Paris : Flammarion. (édit. anglaise : 1988).

Hawking, S., & Mlodinow, L. (2010). *The Grand Design : New Answers to the Ultimate Questions of Life*. London : Bantam Press.

Holder, R. D., & Mitton, S. (eds) (2012). *Georges Lemaître : Life, Science and Legacy*. (Astrophysics and Space Science Library ; 395). Cambridge ; Berlin : Springer.

Kragh, H. (1996). *Cosmology and Controversy : The Historical Development of two Theories of the Universe*. Princeton : Princeton University Press.

Krasinski, A. (1997). *Inhomogeneous Cosmological Models*. Cambridge : Cambridge University Press.

Lemaître, G. (1927). Un univers homogène de masse constante et de rayon croissant, rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extragalactiques (séance du 25 avril 1927). *Annales de la Société scientifique de Bruxelles, série A : Sciences mathématiques*, 47(1re partie), 49-59.

Lemaître, G. (1933). L'univers en expansion (séance du 3 mai 1933, 1re section). *Annales de la Société scientifique de Bruxelles, série A : Sciences mathématiques,* 53(2), 51-85.

Lemaître, G. (1972). *L'hypothèse de l'atome primitif : essai de cosmogonie, [suivi de] L'hypothèse de l'atome primitif et le problème des amas de galaxies : rapport présenté par G. Lemaître au onzième Conseil de physique de l'Institut international de physique Solvay, juin 1958, [et de] Georges Lemaître et son œuvre. Bibliographie des travaux de Georges Lemaître [par O. Godart]*. (préface de F. Gonseth) (Épistémè). Bruxelles : Éditions Culture et Civilisation.

Lemaître, G. (1995). *Georges Lemaître et l'Académie royale de Belgique : Œuvres choisies et notice biographique* (avant-propos de P. Roberts-Jones). Bruxelles : Académie royale de Belgique.

Lemaître, G. (2019a). *Learning the Physics of Einstein with Georges Lemaître : Before the Big Bang Theory* (editors : J. Govaerts and J.-F. Stoffel ; translated by C. Leroy and S. Lyle). Cham : Springer International Publishing.

Lemaître, G. (2019b). *L'ipotesi dell'atomo primitivo : saggio di cosmogonia* (traduzione e introduzione di M. Stenico). (Passati presenti ; 5). Trento : Fondazione museo storico del Trentino.

Livio, M. (2011). Mystery of the Missing Text Solved. *Nature*, 479(10 November), 171-173.

Mather, J. C., & Boslough, J. (2008). *The Very First Light : The True Inside Story of the Scientific Journey Back to the Dawn of the Universe*. New York : Basic Books.

Nussbaumer, H., & Bieri, L. (2011). Who Discovered the Expanding Universe ?. http://arxiv.org/abs/1107.2281.

Peebles, P. J. E. (1980). *The Large-Scale Structure of the Universe*. Princeton : Princeton University Press.

Pie XII (1994). Discorso per la Sessione plenaria e per la Settimana di studio sul problema dei microsismi. Dans *Discorsi dei Papi alla Pontificia Academia delle Scienze (1936-1993)* (pp. 81-94). Vatican : Pontificia Academia Scientiarum. (édit. orig. : 1951).

Reich, E. S. (2011). Edwin Hubble in Translation Trouble. *Nature*. http://dx.doi.org/10.1038/news.2011.385.

Stoffel, J.-F. (édit.) (1996). *M[gr] Georges Lemaître savant et croyant : actes du colloque tenu à Louvain-la-Neuve le 4 novembre 1994, suivi de La physique d'Einstein, texte inédit de Georges Lemaître*. (Réminisciences ; 3). Louvain-la-Neuve : Centre interfacultaire en histoire des sciences.

van den Bergh, S. (2011). The Curious Case of Lemaitre's Equation No. 24. http://arxiv.org/abs/1106.1195.

Préface[1]

[d'un futur prix Nobel à un ouvrage sur Georges Lemaître]

PHILLIP JAMES EDWIN PEEBLES
Nobel Prize 2019 for « theoretical discoveries in physical cosmology »
Professeur Albert Einstein de Science Emérite
Département de Physique
Princeton University
Princeton, New Jersey, USA

Traduite et annotée par Patricia Radelet-de Grave[2]

RÉSUMÉ. – Traduction française annotée de la préface de Jim Peebles à la traduction anglaise du livre *Un atome d'univers : la vie et l'œuvre de Georges Lemaître* de Dominique Lambert, dans laquelle le désormais Prix Nobel de physique se prononçait sur l'œuvre du célèbre cosmologiste louvaniste.

ABSTRACT. – An annotated French translation of Jim Peebles' preface to the English translation of book *Un atome d'univers: la vie et l'oeuvre de Georges Lemaître* by Dominique Lambert, in which the current Nobel Prize winner in Physics expresses his opinion on the work of the famous Leuven cosmologist.

MOTS-CLÉS. – Cosmologie — Lambert, Dominique — Lemaître, Georges — Peebles, Phillip James Edwin.

La démonstration de ce que notre univers physique s'est développé à partir d'un état très différent est née d'avancées faites durant les années 1920 et 1930 qui furent à un degré frappant l'œuvre d'une seule personne, Georges

1. Avec l'aimable autorisation de l'éditeur Copernicus Center Press, nous offrons ici aux lecteurs francophones la traduction de la préface de Ph. J. Ed. Peebles publiée dans Lambert (2016).
2. Toutes les notes de bas de page sont de la traductrice.

Lemaître. Sa biographie par Dominique Lambert, *Un atome d'univers. La vie et l'œuvre de Georges Lemaître*[3], nous montre comment le travail remarquable de Lemaître a été influencé par sa vie en dehors de la science, et par le contexte de ses autres intérêts scientifiques. La présente traduction anglaise rend la biographie de Lambert accessible à un plus grand nombre de ceux qui s'intéressent à la façon dont nous sommes arrivés à la compréhension actuelle de l'évolution cosmique à partir de conditions initiales très denses que Lemaître appelait « l'atome primitif » et que Fred Hoyle a renommé « Big Bang ».

La science se construit sur ce qui a précédé. L'idée d'Einstein, qui voulait qu'un univers philosophiquement acceptable soit le même partout à l'exception de petites irrégularités telles que notre maison sur une planète près d'une étoile appartenant à une galaxie d'étoiles, était critiquable pour Lemaître. Je ne vois aucune raison de croire que Lemaître avait des doutes concernant l'idée d'Einstein ; il semble même l'avoir considérée comme une hypothèse de travail valable, ce qu'elle s'est avérée être. À l'occasion, des idées peuvent parfois nous mener à des aspects de la réalité.

L'idée d'Einstein d'une uniformité à grande échelle était audacieuse : il n'y avait aucune preuve, aucune motivation pour une théorie complète. Il était certainement encore plus audacieux d'imaginer qu'évolue l'espace-temps, lui-même, de notre univers. Ma réflexion sur l'association d'idées qui m'a amené à Lemaître est la suivante. Le russe Alexander Alexandrovich Friedmann a été le premier à trouver la solution mathématique de la théorie de la relativité générale d'Einstein pour un univers homogène en expansion de la matière[4]. Ce fut un grand accomplissement. Les conditions difficiles dans lesquelles Friedmann travaillait ainsi que sa mort tragique et précoce rendent tout à fait compréhensible le fait qu'il n'ait pas reconnu dans les observations des astronomes les preuves de sa solution d'univers en expansion. Mais la science exige des relations crédibles entre théorie et observation. Le mathématicien allemand Hermann Weyl connaissait ces preuves de ce que la lumière des étoiles des galaxies lointaines tend à être décalée vers le rouge, comme si elle subissait un effet Doppler dû à la fuite des galaxies. Weyl a montré[5] que, dans une solution particulière de la théorie d'Einstein trouvée par l'astronome néerlandais Willem de Sitter, une distribution homogène de particules sans masse pouvait se déplacer d'une manière observée plus tard par les astronomes : le taux de séparation de n'importe quelle paire de galaxies serait en moyenne proportionnel à

3. Publié à Bruxelles chez Lessius en 2000 et réimprimé en 2011.
4. Friedmann, 1922.
5. Weyl, 1923 ; traduction anglaise : Weyl, 2009.

leur séparation. Mais la solution de Sitter ne contient pas de matière, contrairement à toutes les étoiles que nous voyons autour de nous, et dans cette solution l'espace-temps n'évolue pas : les particules sans masse se déplacent dans une géométrie fixe de l'espace-temps. La solution de Friedmann contient de la matière et son espace-temps évolue, mais il est évident que Weyl ne connaissait pas Friedmann. Deux ans après Weyl, en 1925, le Belge Georges Lemaître publie sa découverte[6], faite indépendamment du résultat de Weyl, et en 1927 Lemaître a présenté sa découverte[7], faite indépendamment de la solution de Friedmann[8], pour un univers rempli de matière et en expansion. Lemaître a montré que si cette solution décrivait notre univers alors le taux de séparation des galaxies des étoiles devait être proportionnel à leur séparation[9], comme Weyl l'avait montré pour un univers vide[10]. Deux ans plus tard, l'astronome américain Edwin Hubble annonce la première observation confirmant cette relation entre la vitesse et la distance[11]. Encore un an plus tard, la communauté remarque le travail de Lemaître[12] et il devient célèbre.

Je vois dans cette histoire plusieurs leçons concernant la recherche en sciences naturelles.

Une idée peut être découverte plus d'une fois, comme dans la reconnaissance indépendante par Friedmann, Weyl et Lemaître d'éléments clés de l'idée d'univers en expansion. Une idée importante exige un lien crédible entre la théorie et l'observation, comme dans la découverte que la théorie et l'observation s'accordent sur la proportionnalité entre la vitesse de récession et la séparation. Une idée devient une avancée lorsque la communauté est prête à reconnaître ce lien. La preuve de l'éloignement des galaxies entre elles était connue dès le début des années 1920, mais dans l'ensemble, elle a été admise sans tenir compte du fait que notre univers est immuable. Lemaître a eu la chance de tomber sur l'idée d'expansion plus tard dans les années 1920, lorsque le problème de la compréhension du décalage vers le rouge par les astronomes était devenu suffisamment pressant pour que les gens soient prêts à accepter l'idée de Lemaître. Examinons encore une autre leçon. Lemaître a publié son article sur un univers rempli de matière et en expansion dans les *Annales de la Socié-*

6. Lemaître, 1925.
7. Lemaître, 1927.
8. Friedmann, 1922.
9. Lemaître, 1927.
10. Weyl, 1923 & 2009.
11. Hubble, 1929.
12. Lemaître, 1927.

té scientifique de Bruxelles. Je suis sûr qu'il s'agit d'un excellent journal[13], mais il n'était pas lu par les principaux astronomes et relativistes, il n'est donc pas surprenant que le document ait été ignoré jusqu'à ce que Lemaître ait écrit plusieurs lettres le signalant à Arthur Stanley Eddington, qui avait été son professeur lors d'une visite à l'Université de Cambridge. Une bonne idée devrait s'ériger sur ses mérites, mais la communauté doit la connaître.

Je tire une leçon sur le caractère de Lemaître de la publication, généreusement arrangée par Eddington, d'une traduction anglaise de son article dans un journal largement lu, les *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. Cette traduction omet une note de bas de page avec des commentaires sur la relation entre la vitesse de récession v d'une galaxie et sa distance r,

$$v = Hr. \qquad (1)$$

Dans la note de bas de page manquante, Lemaître souligne que les tentatives des astronomes pour trouver une relation entre v et r n'avaient indiqué, au mieux, qu'une très faible corrélation ; les mesures de distance étant trop incertaines. Autrement dit, ils n'offraient pas l'explication d'une relation déjà connue, ils offraient une prédiction. Malgré de grandes incertitudes dans les distances des galaxies, Lemaître les a utilisées pour trouver une valeur de la constante de proportionnalité, H, dans l'équation (1) valeur qui est assez proche de la mesure que Hubble donne de H deux ans plus tard[14]. Cela semble surprenant, mais la note de bas l'explique. Dans un échantillon de galaxies pour lesquelles Hubble avait publié des estimations des distances, Lemaître a divisé la valeur moyenne des vitesses par la valeur moyenne des distances. Cette moyenne permet de lisser (ou réduire) la grande incertitude des mesures de distance individuelles. Et sous l'hypothèse que la distance et la vitesse sont liées par l'équation (1), la procédure de Lemaître donne une estimation non biaisée de H. Pourquoi cette note de bas de page intéressante n'a-t-elle pas été publiée dans la traduction anglaise ? L'admirable étude de Mario Livio (dans la revue *Nature*, du 10 novembre 2011, p. 171[15]) montre clairement que c'était bien la décision de Lemaître et pas un complot pour lui refuser le crédit de sa découverte. Je suppose que Lemaître a retiré son commentaire sur le manque de preuves claires de la relation donnée par l'équation (1) parce qu'il était devenu obsolète depuis l'observation revendiquée par Hubble de cette relation. C'était après la publication de l'article original de Lemaître, mais avant la pu-

13. Aujourd'hui arrêté.
14. Hubble, 1929.
15. Livio, 2011.

blication de sa traduction anglaise. Et je peux imaginer que, puisque Hubble a mesuré H directement à partir de la pente de la fonction liant v et r, Lemaître a décidé que l'explication de sa méthode indirecte n'était plus nécessaire. En supprimant la note de bas de page, il a supprimé les commentaires sans doute périmés. Il a également obscurci son crédit pour la prédiction de la relation donnée par l'équation (1), mais Lemaître n'a jamais montré d'intérêt pour l'autopromotion.

Le caractère audacieux de Lemaître apparaît dans ce commentaire (dans *Nature*, le 9 mai 1931, p. 706[16]) :

> « Sir Arthur Eddington déclare que, philosophiquement, la notion d'un début de l'ordre actuel de la nature lui répugne. Je serais plutôt enclin à penser que l'état actuel de la théorie quantique suggère un début du monde très différent de l'ordre actuel de la nature. »

Les sentiments d'Eddington semblent naturels ; il était certainement difficile d'imaginer que notre univers avait évolué à partir d'un état très différent. Mais Lemaître a accueilli l'idée comme une opportunité d'élargir la portée des sciences naturelles. Il a vu qu'il fallait chercher des restes fossiles de l'ancien ordre et ses candidats étaient les rayons cosmiques et les galaxies. Ces fossiles s'avèrent inclure une quantité de rayonnements thermiques provenant d'un Big Bang chaud et dense, ainsi que des éléments légers formés par des réactions thermonucléaires dans cet état chaud, et comme le soutient Lemaître, des galaxies qui sont les vestiges fossilisés de la croissance de légers écarts par rapport à un univers primitif exactement homogène. La solution analytique de Lemaître pour la croissance d'une concentration de masse comparable à celle d'une galaxie, avec les approximations pratiques de symétrie sphérique et de pression négligeable, révèle les fluctuations de courbure spatio-temporelles qui sont maintenant une mesure soigneusement étudiée de l'univers primitif. Lemaître supposait que le premier univers était froid, mais il se révèle avoir été chaud. Néanmoins son intérêt pour le rôle de la physique quantique dans l'univers initial est toujours très présent dans nos esprits. Einstein avait ajusté sa théorie de la relativité générale en ajoutant une « constante cosmologique », A, qui, selon lui, équilibrerait l'attraction de la gravité. Lorsqu'Einstein eut la preuve que l'univers n'est pas immuable, il perdit tout intérêt pour A ; Lemaître non. Son idée audacieuse était que A se comportait comme une densité d'énergie qui devait certainement avoir une certaine signification physique. Nous savons aujourd'hui qu'il existe bien une constante A et, dans un hommage justifié mais

16. Lemaître, 1931[b].

probablement involontaire à Lemaître, elle a été renommée « énergie noire ». Mais sa signification physique reste un casse-tête. Le temps sélectionne les leaders. Dans les années 1920 et 1930, Edwin Hubble avait les qualités nécessaires pour diriger les grandes avancées de l'observation dans ce qu'il a appelé le « royaume des nébuleuses » ou galaxies. Georges Lemaître avait les qualités nécessaires pour diriger les grandes avancées théoriques de ce qu'il a appelé « l'atome primitif » ou Big Bang. La recherche a évolué dans des directions que Lemaître n'aurait pas pu prévoir, mais nous suivons des voies qu'il a explorées. Appréciez la modernité de son commentaire (dans ma traduction[17] de G. Lemaître, Revue des Questions Scientifiques, XX (série 4), 1931, p. 408[18]) :

> « L'évolution du monde peut être comparée à un feu d'artifice qui vient de se terminer. Quelques mèches rouges, cendres et fumées. Debout sur une escarbille mieux refroidie, nous voyons s'éteindre doucement les soleils et cherchons à reconstituer l'éclat disparu de la formation des mondes. »

Je termine en offrant ce que je considère comme une leçon profondément précieuse trouvée dans G. Lemaître, « La culture catholique et les sciences positives »[19] (Actes du VI[e] Congrès catholique de Malines, Bruxelles, 1936, p. 70, dans la traduction[20] de O. Godart et M. Heller, Cosmology of Lemaitre, Tucson (Arizona), Pachart Publishing House, 1985, p. 173[21]) sur sa vie dans l'Église catholique romaine et son travail en sciences naturelles :

> « En un certain sens, le chercheur fait abstraction de sa foi dans sa recherche, non pas parce que sa foi pourrait l'encombrer, mais parce qu'elle n'a directement rien à faire avec son activité scientifique. Ainsi, un chrétien ne se comporte pas différemment d'un incroyant lorsqu'il s'agit de marcher, de courir ou de nager. »

Bibliographie

Friedmann, A. (1922). Über die Krümmung des Raumes. *Zeitschrift für Physik*, 10, 377-386.

Godart, O., & Heller, M. (1985). *Cosmology of Lemaître*. (History of astronomy series ; 3). Tucson (Arizona) : Pachart Publishing House.

17. Nous sommes retournés à la version originale française.
18. Lemaître, 1931[a].
19. Lemaître, 1936.
20. Nous sommes retournés à la version originale française.
21. Godart & Heller, 1985.

Hubble, E. (1929). A Relation between Distance and Radial Velocity among Extra-Galactic Nebulae. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 15(3), 168-173.

Lambert, D. (2000). *Un atome d'univers : la vie et l'œuvre de Georges Lemaître*. (Au singulier ; 2). Bruxelles : Éditions Lessius ; Bruxelles : Éditions Racine.

Lambert, D. (2011). *Un atome d'univers : la vie et l'œuvre de Georges Lemaître*. (Au singulier ; 2). Bruxelles : Éditions Lessius.

Lambert, D. (2016). *The Atom of the Universe : The Life and Work of Georges Lemaitre* (preface by Ph. J. Ed. Peebles ; translated by L. Ampleman ; edited by K. Van Bibber ; 2nd edition). Kraków : Copernicus Center Press.

Lemaître, G. (1925). Note on De Sitter's Universe. *Journal of Mathematics and Physics*, 4(3), 188-192.

Lemaître, G. (1927). Un univers homogène de masse constante et de rayon croissant, rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques. *Annales de la Société scientifique de Bruxelles. Série A : Sciences mathématiques*, 47(1), 49-59.

Lemaître, G. (1931a). L'expansion de l'espace. *Revue des Questions Scientifiques*, 100, 391-410.

Lemaître, G. (1931b). The Beginning of the World from the Point of View of Quantum Theory. *Nature*, 127(3210), 706.

Lemaître, G. (1936). La culture catholique et les sciences positives. Dans *Actes du VIe congrès catholique de Malines. Vol. 5 : Culture intellectuelle et sens chrétien* (pp. 65-70). Bruxelles : VIe Congrès catholique de Malines.

Livio, M. (2011). Mystery of the Missing Text Solved. *Nature*, 479, 171-173.

Weyl, H. (1923). Zur allgemeinen relativitätstheorie. *Physikalische Zeitschrift*, 24, 230-232.

Weyl, H. (2009). On the General Relativity Theory. *General Relativity and Gravitation*, 41, 1661-1666.

Revue des Questions Scientifiques, 2020, 191 (1-2) : 179-185

Varia

On l'appelait Ronéo !

Souvenirs d'un outil de nos maîtres

Jean Andris
Centre d'Etudes pour l'Histoire de la Pharmacie et du Médicament (CEHPM)
jeandris@outlook.be

Résumé. – Les instruments scientifiques ont une vie et une histoire. Plus encore, ils contribuent à la vie elle-même en étant les outils d'une étape du progrès humain. Nous tenterons de le montrer en abordant un petit appareil qui a accompagné certains d'entre nous à l'école : la « Ronéo ». L'article débute par l'évocation d'un utilisateur de cet appareil. Après avoir fixé quelques repères de son histoire, il s'efforce ensuite d'examiner brièvement son utilisation. Il s'interroge enfin sur l'impact que cet appareil a pu avoir sur la didactique, tant du côté de l'enseignant que du côté de l'enseigné.

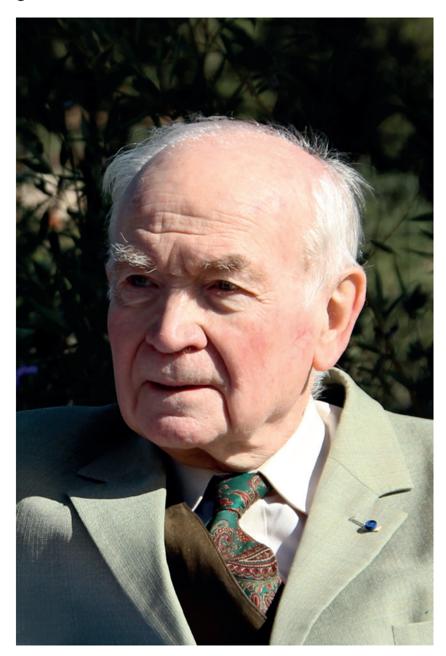
Abstract. – Scientific instruments have a life and a history. Furthermore, they contribute to life itself as they are the tools representing a stage of human progress. We will endeavour to demonstrate this by addressing a small device that assisted some of us at school: the "Roneo". The article begins with a recollection from a user of this device. Thereafter, once certain milestones in its history have been defined, some of its uses will briefly be examined. Lastly, we explore the impact that this device has had on didactics, from the point of view of both teachers and students.

Mots-clés. – Cyclostyle — Duplicateur à alcool — Enseignement — Hanot, Jacques — Pédagogie — Polycopié.

1. Un scientifique et un enseignant

Né le 12 janvier 1934, le professeur Jacques Hanot a eu une vie bien remplie. Jeune pharmacien, il fait partie de la première promotion des pharmaciens d'industrie diplômés par l'UCLouvain. Tout naturellement, il entre dans l'industrie pharmaceutique et, rapidement, il est envoyé par son entreprise au Congo. Et bien-

tôt, il assume, à côté de ses responsabilités en entreprise, une mission d'enseignement à l'Université de Lovanium. En 1981, il revient à l'UCLouvain pour participer à l'enseignement dans le cadre de la licence en éducation pour la santé. Toujours avide de connaissances, il suit successivement des formations en parasitologie, en psychiatrie, en pharmacie d'hôpital et en ingénierie pharmaceutique. Dans son université, il lance aussi toute une série de formations ou y collabore. On l'aura compris : Jacques Hanot, qui nous a quittés au début de l'année 2019, était un scientifique et un enseignant dans l'âme.



Jacques Hanot en 2012.
Source : Archive privée de sa famille.

Le Centre d'études d'histoire de la pharmacie et du médicament (CEHPM) a bénéficié, de la part de la famille du professeur Hanot, du don de ses archives… et de quelques objets. Parmi ceux-ci, un appareil qui n'a rien de scientifique en lui-même, mais qui a longtemps servi à la transmission des connaissances vers des générations d'élèves et d'étudiants : c'est la « Ronéo », cet appareil que tous les enseignants ont utilisé, *in illo tempore*, pour dupliquer leurs cours. Attardons-nous d'abord sur quelques traits de son histoire, avant de nous plonger dans une série de réflexions sur les implications de son usage.

2. Instrument du savoir

On ne peut pas prétendre qu'il s'agit d'un instrument scientifique. Dans une réflexion sur les instruments scientifiques, Gaulon (1997, p. 9) rapporte que Robert Halleux, historien des sciences à l'Université de Liège, définissait les instruments scientifiques comme « un trait d'union entre expérience et théorie, entre connaissance pure et connaissance appliquée ». Un appareil à reproduire des textes ne répond pas à cette définition. Mais peut-être pourrions-nous le proclamer « instrument du savoir » ou « instrument de la transmission du savoir ». Comme on vient de le dire plus haut, on l'appelait communément la « Ronéo ». Ce terme était le nom déposé en 1921 par la Compagnie du Ronéo qui fabriquait une machine à reproduire un texte dactylographié au moyen de stencils. Un autre nom par lequel on désignait cet appareil était celui de « duplicateur à alcool » et avant cela, « cyclostyle ». En réalité, nous explique l'encyclopédie publique Wikipedia, « le cyclostyle est plutôt une presse à imprimerie rotative, utilisant un cliché en celluloïd » (Fracademic, 2020[a]), que l'on reproduit sur des épreuves en papier en utilisant une solution à base d'alcool. On retrouve déjà là deux principes du polycopieur à alcool : ce sont la rotation et l'alcool. On a aussi parlé de « stencil », mais ce dernier mot, arrivé tout droit de l'anglais, désignait initialement un pochoir constitué d'une feuille imperméable, paraffinée ou en celluloïd, perforée afin de

laisser passer l'encre vers le support à imprimer (Fracademic, 2020[b]). Dans le cas du polycopieur à alcool, le stencil est devenu une feuille paraffinée qui reçoit un dépôt d'encre provenant d'un papier carbone.

3. De brevets en brevets

Même si plusieurs tentatives avaient été menées avant lui, c'est un homme du nom de David Gestetner qui a véritablement inventé le stencil tel que nous en parlons. Né en Hongrie en 1854 et installé à Londres après avoir séjourné quelques années aux États-Unis, il avait d'abord commencé à travailler à la bourse de Vienne où il avait notamment pour tâche de consigner, en de multiples exemplaires, les résultats de cette bourse. Ce travail fastidieux l'amena à inventer un moyen de reproduire rapidement des documents. Il mit ainsi au point un pochoir en métal. C'est plus tard, en fabricant des cerfs-volants, qu'il constata le comportement, sur du papier paraffiné, de l'encre qui lui servait à décorer ses œuvres volatiles. Le déclic s'était produit : il met au point son cyclostyle, le fait breveter et fonde une société qui grandit rapidement. Par la suite, différentes améliorations furent apportées par d'autres inventeurs. À ce titre, on ne peut s'abstenir de signaler le nom de l'Allemand Wilhelm Ritzerfeld qui pensa à utiliser directement le papier comme support encreur. Dans son procédé, le créateur appuie avec son stylet (ou à la machine à écrire) sur une feuille normale sous laquelle se trouve un papier carbone. Celui-ci dépose alors l'encre à l'envers sur une troisième feuille de papier, paraffinée celle-là. Un négatif du texte et/ou du dessin est ainsi réalisé. C'est grâce à l'alcool que cette encre sera partiellement déposée sur la version finale. Le nombre de copies réalisables par ce procédé pouvait s'élever jusqu'à 200 environ. Ritzerfeld était sans nul doute un inventeur prolifique puisque l'Official Gazette of the United States Patent Office publie, rien que pour le mois d'avril 1963, une revendication de primauté (« *claim priority* ») pour deux versions différentes de son système. Et si l'on considère le recueil



Le modèle D19.
Source : ORMIG, *Modèle D18 et D19 : le duplicateur idéal pour des copies parfaites*, couverture.

de toute l'année 1963, on ne retrouve pas moins de 10 références du même type. Un autre Ritzerfeld, au prénom de Gerherd, est associé à celui de Wilhelm, mais nous n'avons pas pu trouver un éventuel lien de parenté entre ces deux personnes. Quoi qu'il en soit, Wilhelm Ritzerfeld a lui aussi fondé sa propre société, appelée ORMIG, qui devint amplement prospère.

4. Un support novateur

Ces procédés furent les bienvenus dans toute une série de domaines, notamment dans l'administration publique et dans l'entreprise. L'utilisation des polycopiés est depuis longtemps entrée également dans les mœurs des enseignants… et des enseignés. C'est à ce secteur que nous allons consacrer les lignes qui suivent. Mais cette utilisation est diverse, tant d'un côté de l'enseignant que de l'autre, celui des élèves et étudiants. Dans une enquête publiée en 2010 sur GlobalNet, les élèves de classe terminale du secondaire en France déclaraient que, trop souvent, « le prof. se contente d'expliquer le contenu des polycopiés dont nous disposons ». Globalement, les élèves interrogés se disent néanmoins satisfaits de l'usage des polycopiés. Et les potaches souvent absents avouent que ceux-ci leur permettent de combler les lacunes entraînées par leur éloignement des cours. De là à se demander si ces outils mis à leur disposition ne favorisent pas le séchage des cours, il n'y a qu'un pas, mais nous ne le franchirons pas.

La problématique est quelque peu différente au niveau universitaire. Si on peut considérer qu'à l'instar du secondaire, le polycopié est susceptible de combler dans une certaine mesure les insuffisances créées par l'absentéisme, les limites de cette capacité sont plus étroites dans l'enseignement supérieur. En effet, comme le font remarquer Bouchard *et al.* (2005), le cours magistral universitaire est une prestation orale encadrée par deux écrits. En amont se trouve la littérature de la discipline, ensemble des publications produites par la spécialité concernée. En aval, figure le corpus des sources consultables en vue de glaner des informations complémentaires. Le polycopié est un écrit, lui aussi, mais c'est une sorte de double de l'exposé magistral. Néanmoins, ce double est forcément appauvri par les contraintes de l'écrit. De plus, il prive les interlocuteurs (enseignant et enseigné) de l'interactivité que permet le cours oral. Enfin, le polycopié est un document figé qui ne reflète pas la dynamique évolutive des connaissances, telle qu'on est censé l'aborder en milieu universitaire.

5. Des dangers et des remèdes

Il arrive que de petits malins y voient une opportunité. Amaury Daele, professeur à la Haute école pédagogique du Canton de Vaud, signale le cas d'un étudiant qui a couché sur le papier le contenu de l'exposé magistral d'un de ses professeurs et l'a ensuite mis en vente à son propre profit. C'est une sorte de rapport inversé : ce n'est plus l'enseignant qui produit le polycopié, mais c'est l'enseigné. Et le pédagogue de s'interroger, outre les questions éthiques, sur la fiabilité d'un tel écrit et son impact sur la formation des étudiants. Il revient sur la question de l'interactivité perdue, telle que la dénonçait Bouchard, dont nous avons parlé plus haut. Il souligne que pour ceux qui préféraient se procurer ce « polycopié pirate », l'apprentissage de la prise de note s'en trouverait compromis. Enfin, il s'inquiète du fait que cela pourrait apporter aux souscripteurs une fausse assurance face à l'examen. On voit clairement les dangers qu'une telle démarche comporte.

Des solutions existent. Catherine Vallières rapporte l'expérience d'un enseignant

de l'Université de Dundee, en Écosse, qui a proposé lui-même à ses étudiants, en fin de formation en anthropologie judiciaire, de rédiger et d'éditer eux-mêmes, avec sa participation, le contenu de son cours oral. L'expérience fut payante : ses étudiants ont non seulement retravaillé avec lui ce contenu, mais d'autres étudiants que les siens et d'autres enseignants qui lui ont même participé à ce projet. Au final, l'ouvrage est devenu un véritable « *textbook* » publié par un éditeur de renom : Taylor & Francis. Un des commentaires apportés par Vallières consiste à souligner le caractère original de la démarche. Que le lecteur nous permette de nuancer : si cette expérience intéressante date de 2010, le professeur Stanislas Haumont, qui enseignait l'histologie humaine à l'UCLouvain, avait déjà adopté une telle pédagogie au début des années 1970, en y ajoutant même une dimension audiovisuelle. Le succès fut au rendez-vous : l'outil pédagogique fut diffusé dans de nombreux pays du monde entier, notamment via un programme subsidié par l'Organisation mondiale de la santé (Schoukens, 2017). Nous avons eu le plaisir et l'honneur de participer à cette démarche.

Il n'en reste pas moins vrai que de nombreux professeurs ont recours à des supports tels que les documents photocopiés ou polycopiés. Ils soulignent que l'apport de ces outils dépend de l'usage qu'on en fait et surtout, de la manière dont ils sont conçus. Pour les uns, c'est en quelque sorte une manière de gérer le conflit entre le volume de matière à exposer et le manque de temps dans les horaires. Pour les autres, c'est le support d'une clarification à l'usage des élèves qui n'auraient pas suivi ou pas compris l'exposé oral, qu'il soit magistral ou participatif. Pour d'autres encore, le polycopié est un complément à l'enseignement dispensé en classe ou dans l'auditorium. Un autre groupe d'enseignants encore ne conçoit pas le polycopié comme un doublon du cours, mais comme un manuel d'exercices. Enfin, il y a les irréductibles, ceux qui — en 2010 en tous cas — déclaraient ne pas rédiger ni distribuer ce type de copie, mais affirmaient leur irréductible fidélité au tableau, à la craie… et à la présence de l'enseignant.

6. Les pratiques bouleversées

Comme l'écrivait très pertinemment Maryvette Baclou-Debussche (2007), la rédaction du polycopié suppose une transformation du savoir à enseigner. Le maître, en effet, doit commettre sa propre production à partir des sources qu'il a retenues. À propos de la photocopieuse, cette auteure disait constater l'entrée progressive de l'appareil dans l'univers privé de l'enseignant, celui-ci préférant en disposer à son domicile par facilité et peut-être par économie de temps et d'argent. Le fait de retrouver une ronéo au domicile de Jacques Hanot illustre bien le phénomène, mais cette fois à propos du polycopieur à alcool. La photocopie, dit Baclou-Debussche (2007, p. 17), est donc devenue « un organisateur des pratiques professionnelles de l'enseignant ». C'est aussi un organisateur du temps d'enseignement lui-même, puisqu'« un tiers des enseignants anticipe » sur les variations dans la vitesse d'accomplissement des tâches en classe en gardant un stock de documents en avance. Et lorsqu'elle dit que la photocopie témoigne de l'investissement de l'enseignant dans le domaine concerné et du souci d'adaptation aux besoins des élèves, nous pensons que c'est également vrai pour la polycopie. Le produit final est le reflet d'une activité du maître, qui a le plus souvent consulté plusieurs sources pour le rédiger, sélectionnant, structurant, synthétisant et adaptant les informations qu'il a lui-même rencontrées. Il s'agit bien d'un engagement personnel, non seulement vis-à-vis

de ses élèves et de sa mission d'enseignant, mais encore envers sa propre hiérarchie et même à l'égard de tout un chacun, puisqu'il a fabriqué de cette manière des traces de lui-même accessibles à tous.

7. Des limites tout de même

Avec son caractère monochrome, le document polycopié crée des objets qui n'ont pas d'existence réelle. Comment, en effet, représenter une pomme en une seule couleur ? La tâche de l'enseignant comporte donc, lorsqu'il utilise un tel support, la mission supplémentaire de devoir faire le lien avec la réalité, faute de quoi, pour faire allusion à un cliché, « les petits citadins croiront que la vache délivre du lait en berlingots ». Et cela reste vrai pour n'importe quel niveau d'enseignement, qu'il s'agisse d'agronomie — où il faut reconnaître à l'œil le degré de maturation d'une culture — ou de médecine — où il est impératif de remarquer le changement d'aspect du patient —, ou encore de toute autre spécialité professionnelle. Mais peut-on être sûr que tous les autres supports d'enseignement échappaient à l'époque au même écueil ? Aujourd'hui, la photographie en couleurs, le montage de diapositives et le PowerPoint pallient cet inconvénient, mais la chose était en ce temps-là plus malaisée.

Comme on l'a dit plus haut, la distribution de documents dupliqués dispense l'élève — et en tout cas l'étudiant — de prendre des notes. En plus de l'absence de cet exercice, on pose ici la question de la relation à l'écriture. Dans l'enquête de Baclou-Debussche (2007), un quart des enseignants estiment que le procédé altère la qualité de l'écriture des élèves ainsi que leur orthographe.

8. Rien d'univoque

Alors, la photocopie et son ancêtre la polycopie ont-elles modifié la manière de transmettre les savoirs ? Assurément oui, mais pas de manière univoque. En effet, au cours de cette brève réflexion à partir d'un outil technique de l'enseignant du passé, nous avons souvent utilisé, pour les extrapoler avec une portée rétrospective, des études et analyses chronologiquement plus proches de nous que ne l'était le duplicateur à alcool. Nous devons donc rester extrêmement prudents dans nos interprétations.

Bibliographie

Anonyme (2010). Les bacheliers et les « polycops », désengagement des profs ! *GlobalNet*, 28 janvier 2010.

Baclou-Debussche, M. (2007). Rapports des enseignants aux formes de savoirs et à l'écriture vus à travers l'usage des photocopies à l'école. *Revue française de pédagogie*, 161, 15-23.

Bouchard, R., Parpette, Ch., & Pochard, J.-C. (2005). Le cours magistral et son double, le polycopié : relations et problématique de réception en L2. *Cahiers du français contemporain*, 191-208.

Daele, A. (2010). Le polycopié pirate. *Pédagogie universitaire : enseigner et apprendre en enseignement supérieur*. https://pedagogieuniversitaire.wordpress.com/2010/11/30/le-polycopie-pirate. Consulté en avril 2020.

Fracademic (2020a). Cyclostyle. https://fracademic.com/dic.nsf/frwiki/478868. Consulté en janvier 2020.

Fracademic (2020b). Stencil. https://fracademic.com/dic.nsf/frwiki/1572137. Consulté en janvier 2020.

Gaulon, P. A. (1997). Les instruments scientifiques : définition et historique. *Bulletin de la Sabix*, 18, 9-15.

Giovannini, A. (2001). Procédés de copies utilisés dans les administrations et les bureaux avant la diffusion des photocopies (1800-1950). *Arbido : revue professionnelle pour archivistes, bibliothécaires et documentalistes*, 16(2), 20-26.

Grynberg, N. (2007). David Gestetner, le précurseur de la bureautique moderne. *Israel Magazine*. http://noemiegrynberg.e-monsite.com/pages/articles-les-mieux-notes/david-gestetner-le-precurseur-de-la-bureautique-moderne.html. Consulté en janvier 2020.

Ritzerfeld, W. (1963a). Automatic Selective Duplicator. *Official Gazette of the United States Patent Office*, 789, 94.

Ritzerfeld, W. (1963b). Program Controlled Selective Duplicator. *Official Gazette of the United States Patent Office*, 789, 94.

Schoukens, C. (2017). Haumont, Stanislas (notice d'autorité). https://archives.uclouvain.be/atom/index.php/haumont-stanislas. Consulté en avril 2020.

United States Patent Office (1964). Ritzerfeld, W. and G. Dans *Index of Patents 1963*, 722.

Vallières, C. (2010). Des étudiants éditent leur propre manuel de cours. *L'Éveilleur* (Online). https://leveilleur.espaceweb.usherbrooke.ca/4843/des-etudiants-editent-leur-propre-manuel-de-cours. Consulté en avril 2020.

Wikipedia. Duplicateur à alcool. https://fr.wikipedia.org/wiki/Duplicateur_%C3%A0_alcool. Consulté en janvier 2020.

Revue des Questions Scientifiques, 2020, 191 (1-2) : 187-194

Analyse critique

La vérité de la science et la vérité de la Révélation dans la pensée philosophique russe

Vladimir Katasonov
Ss Cyrill and Methodius Institute for Advanced Studies (Moscou)
pur1pur@yandex.ru

Obolevitch (Teresa), *Faith & Science in Russian Religious Thought*. – Oxford : Oxford University Press, 2019. – 220 p. – 1 vol. broché de 16 × 24 cm. – £ 65,00. – isbn 978-0-19-883817-3.

En 2019, les éditions Oxford University Press ont publié le livre de Teresa Obolevich intitulé *Faith and Science in Russian Religious Thought*. En 14 chapitres, l'auteur traite des regards des penseurs religieux russes sur le problème du lien entre la science et la théologie et, plus largement, entre la raison et la foi. Malgré le format assez restreint (220 p.) et la brièveté des chapitres, cet ouvrage présente un intérêt indéniable pour tous ceux qui étudient les problèmes de la pensée philosophique et théologique russe, pour tous ceux qui s'intéressent à la culture russe et à ses racines religieuses.

Teresa Obolevitch est connue depuis longtemps parmi les chercheurs de la philosophie russe. Sa thèse de doctorat était consacrée à l'héritage de Vladimir Soloviev (1853-1900) ; elle donne régulièrement des conférences sur la philosophie russe, y compris en Russie. Il n'est pas surprenant, mais tout de même extraordinaire de constater que la bibliographie de cet ouvrage occupe 38 pages ! Le livre commence par un chapitre sur la littérature de la Russie médiévale et se termine par des réflexions sur des problèmes de la synthèse néo-pa-

tristique au cours du XXe siècle. Quelques-uns des chapitres de ce livre seront ici analysés plus en détails.

La philosophie des *slavophiles aînés* — Ivan Kireyevsky, Alexeï Khomiakov, Yuri Samarine, Constantin Aksakov et d'autres — fut un acte d'autodétermination de la pensée russe face à la pensée occidentale. Les philosophes russes étaient familiarisés avec la pensée européenne : ils suivaient des conférences dans des universités occidentales, avaient des contacts personnels avec Hegel, Schelling et d'autres. Or, très rapidement, leur esprit a réagi : selon eux, la philosophie occidentale, bien qu'elle dise beaucoup de choses sur Dieu, était décalée de l'expérience religieuse, en tout cas de la façon dont elle était perçue en Russie orthodoxe. Pour les slavophiles, c'était la clé de leur mentalité : toute culture est enracinée dans l'expérience religieuse du peuple. Ils s'associaient à l'idée de la *connaissance positive*, *vivante* de Schelling, forgée non seulement par la logique de la nécessité, mais aussi par l'expérience historique du peuple.

C'est sous un tel angle qu'ils considéraient la science, la philosophie et l'histoire, ainsi que les relations entre la science et la religion. Obolevitch souligne à juste titre que cette attitude n'était ni une sorte de fidéisme, ni une dévalorisation de la pensée scientifique. Les slavophiles connaissaient bien la science de leur époque, mais ils n'aimaient pas le fossé creusé dans la culture occidentale entre la foi et la connaissance. La foi et la connaissance n'étaient pas considérées par les philosophes russes comme des parties égales du dialogue, s'élevant au même niveau. Plutôt, « la foi était traitée comme la phase initiale de tout processus de la connaissance, non pas dans un sens religieux spécifique, mais plutôt en tant qu'une caractéristique fondamentale du sujet de la connaissance lui-même » (p. 51). Et en même temps, la foi n'était pas seulement à la base de toute science particulière, mais elle avait accès à la connaissance de Dieu. Une philosophie religieuse avait la vocation d'être le médiateur de cette relation. La connaissance de la vérité holistique supposait une culture spirituelle, une prière, une pratique ascétique, un culte des vertus chrétiennes. La vérité, en tant que vérité holistique, devrait inclure non seulement des dispositions intellectuelles, mais aussi des aspects esthétiques et moraux. L'Église orthodoxe fut la référence spirituelle de ce projet, où la connaissance des vérités supérieures, comme l'a souligné Khomiakov (1886, p. 157), résulte de l'unité de toute l'Église, et dont le critère est l'amour mutuel des chrétiens... En parlant de ce projet, Obolevitch intitule, non sans ironie, ce sous-chapitre : « *Postulat* de vie holistique »... Tout en étant utopique, c'est ce postulat qui a servi — et sert toujours ! — de symbole de la philosophie religieuse russe. Et c'est lui qui a eu un impact significatif sur tout le développement de cette philosophie.

L'auteur décrit très bien la conception de Vladimir Soloviev concernant la relation entre la science et la religion. Ce n'est pas surprenant, car Obolevitch a consacré avec succès sa thèse de doctorat à son œuvre. Soloviev se considérait comme héritier des slavophiles, mais pour les historiens de la philosophie, il reste le plus « occidental » de ces héritiers. Sur la base de sa métaphysique de *tout-unité* [*vse-edinstvo*], Soloviev propose un projet bien articulé de mise en œuvre des idées des slavophiles sur l'union de la foi et de la science. Les trois sphères de l'activité humaine — la science, la philosophie et la théologie traditionnelle — sont considérées par le philosophe russe comme « les origines abstraites de la connaissance ». Chacune d'elles est une sorte d'abstraction de la connaissance holistique qualifiée par Soloviev de théosophie libre (*théosophie,* la sagesse de Dieu). Aussi, le chemin vers l'union de la science positiviste et de la théosophie passe-t-il par la prise de conscience des hypothèses métaphysiques de la science, et par le lien de la métaphysique religieuse et de l'expérience mystique.

Après Soloviev, l'idée de la *connaissance holistique* fut reprise par de nombreux philosophes russes. Elle a été développée à sa manière par Nicolas Lossky (1870-1965), auteur de la théorie des *agents substantiels* [*substanzialnie deyateli*] ayant pour prototype la théorie de la monadologie de Leibniz. La métaphysique de Lossky proposait une voie spécifique située à mi-chemin entre l'idéalisme et le matérialisme. Ce faisant, Lossky faisait largement appel aux découvertes scientifiques du XXe siècle : il était notamment en correspondance avec Einstein. Le philosophe russe Siméon Frank (1877-1950) cherchait également à mettre en œuvre l'idée de la connaissance holistique, mais il a opté pour des voies bien différentes. Pour Frank, comme le montre Obolevitch, le point principal était de montrer l'existence de toute connaissance, de toute science sur le fond d'un *tout inconcevable*. Cet *inconcevable* [*nepostigimoie*] était pour le philosophe synonyme de l'Absolu, de Dieu. Le seul moyen de connaître l'Absolu était la *docta ignorantia* [*uchenoie neznanie*], dans le sens de Nicolas de Cuse. Dans la science même, cette implication universelle dans l'Absolu se manifeste à travers l'imperfection de la connaissance scientifique, la succession des théories scientifiques et de leurs paradigmes.

En parlant du dialogue entre la science et la religion dans la tradition russe, il est impossible de ne pas évoquer les ouvrages consacrés à la *philosophie du nom* et aux problèmes connexes. Dans le livre d'Obolevitch, un chapitre entier traite de ces questions avec un accent tout particulier sur l'analyse des idées de Sergueï Boulgakov (1871-1944) et d'Alexeï Lossev (1893-1988). Étant un des disciples de *sophiologie* de Soloviev, Boulgakov considère le nom — le nom de

toutes les choses, ainsi que le Nom de Dieu — comme une action d'énergies divines dans le monde. Les noms de la langue humaine, à leur tour, sont le résultat d'une certaine synthèse des énergies divines et humaines. De la même manière, la science est en partie impliquée dans la vérité divine (Sophia), mais en même temps subordonnée à la situation générale d'une nature humaine pécheresse, qui se manifeste dans la nature abstraite et fragmentée de la connaissance scientifique. Dès ses premiers travaux, Lossev a cherché à révéler la base « mythologique » de la connaissance scientifique moderne, les hypothèses métaphysiques qui se trouvent déjà en dehors de la sphère scientifique et revêtent la nature de la foi. Même les termes scientifiques de base — tels que « matière », « force », « loi », « vitesse », « gaz » et autres — se présentent également comme une sorte de « mythe », la science n'étant pas capable d'exister sans une certaine foi dans ces notions. Il convient de noter que dans son livre, Obolevitch ne se limite pas à une analyse détaillée des théories philosophiques, mais mentionne de nombreux témoignages critiques de ces théories. Ceci concerne notamment les conceptions des adeptes de la *philosophie de imiaslavie* (*onomatodoxie*) — Boulgakov, Florensky, Lossev, et des slavophiles, ainsi que les critiques exprimées dans les travaux de Nikolas Berdiaev et Léon Chestov (pp. 119-133).

La personne de Paul Florensky (1882-1937) semble être particulièrement importante quand on traite du sujet « science et religion ». Cela est dû non seulement au fait qu'il a suivi un cours complet de physico-mathématique à la Faculté de l'Université de Moscou et qu'il était à la fois prêtre, théologien et rédacteur de la revue académique *Messager théologique* ; non seulement au fait qu'il a porté sa foi à travers les souffrances et la mort au Goulag, mais également que même là-bas, dans des conditions terribles d'exil, il a continué son travail scientifique. C'est l'influence des écrits de Florensky sur le public instruit de l'après-guerre qui a eu une grande importance. C'est après la lecture de ses travaux que de nombreux scientifiques parmi les naturalistes sont venus vers la foi, certains d'entre eux devenant prêtres et théologiens. Dans ses œuvres, ce « Léonard de Vinci russe » ou ce « Pascal russe », comme on l'a baptisé en Occident, a montré précisément de quelle façon la foi chrétienne peut être compatible avec la science et la recherche scientifique.

Dans son livre, Obolevitch qualifie à juste titre la conception de Florensky du rapport de la science et de la religion de « philosophie théologique », à la différence de la théologie philosophique (par exemple, de Vladimir Soloviev). En effet, l'auteur de *La Colonne et le fondement de la vérité*, première grande œuvre de Florensky, percevait la foi comme une capacité particulière de l'homme, différente de toute construction rationnelle (Katasonov, 2017).

La chercheuse polonaise rappelle une citation de ce livre, où l'auteur considère que « la foi rationnelle » est le pire type d'athéisme (pp. 101-102). En effet, il est impossible de donner une définition complète de la foi et du culte. Et en même temps, Florensky a cherché à jeter des ponts entre la foi en la Vérité révélée et la science. Obolevitch a raison d'écrire que pour le philosophe russe, c'est le concept de l'infini actuel qui a joué ce rôle. Historiquement parlant, la légalisation de l'infini actuel dans la science moderne fut liée à l'influence de la théologie chrétienne (Katasonov, 1999). Florensky le ressentait très bien, et il a été le premier, en Russie, à promouvoir les écrits de George Cantor. « Florensky a examiné les trois sphères de la mise en œuvre de l'infini actuel : Dieu (*in Deo sive natura naturante*), le monde (*in natura naturata*), et l'esprit [de l'homme] (*in abstracto*) » (p. 99)[1]. La philosophie de Florensky étant axée sur la tradition platonicienne, le rôle des mathématiques, en tant qu'intermédiaire entre la science et la théologie, était pour lui paradigmatique : il interprétait constamment les théories mathématiques comme des symboles métaphysiques. Toutefois, l'interprétation symbolique des théories scientifiques, l'explication de leurs fondements philosophiques et métaphysiques fut un domaine dans lequel le philosophe russe a fait de nombreuses découvertes, enrichissant ainsi la philosophie de la science par de nombreuses réalisations remarquables. Obolevitch évoque plusieurs témoignages de scientifiques de renom qui étaient sceptiques quant aux travaux du philosophe-prêtre et qui soulignaient leur stérilité purement scientifique. Cependant, elle ne dit rien à propos du projet de recherche de Florensky intitulé « devant la crête d'interfluve de la pensée », projet qui est devenu en quelque sorte un « point d'attraction » principal dans les œuvres du philosophe russe. À l'instar des crêtes d'interfluve qui séparent les fleuves et les terres, le domaine de la pensée a ses propres « crête d'interfluve », qui déterminent la métaphysique et l'épistémologie des domaines scientifiques et des traditions. Ces crêtes d'interfluve de la pensée sont associées, en fin de compte, avec l'expérience religieuse, souvent cachée et latente, pouvant toutefois être exprimée en termes d'une certaine métaphysique. C'est justement une telle compréhension des théories scientifiques et une telle heuristique de la recherche que Florensky souhaitait et qui permettrait de révéler les racines *métaphysiques* de la méthodologie scientifique. Compris ainsi, le philosophe russe a pris la relève de la cause de Leibniz qui, dans son concept des *principes architectoniques*, portait l'attention aux origines de haut niveau, qui régissent la sphère des lois elles-mêmes de la nature, mais ont aussi un impact sur la sphère plus grande de l'éthique, de l'ontologie et de la théologie (par exemple, le prin-

1. Il convient de noter que cette distinction est tirée, par Florensky, des écrits de Cantor lui-même (Kantor, 1985, p. 264).

cipe de continuité, le principe de raison suffisante, le principe du meilleur des mondes, etc.)[2].

Selon Florensky, c'est dans cette découverte des fondements métaphysiques des théories scientifiques, dans la prise de conscience des crêtes d'interfluve de la pensée qui définissent la nature de ce domaine de recherche, que réside le dialogue de la science et de la religion. À l'instar des slavophiles aînés, ce philosophe-prêtre comprenait la convergence de la science et de la religion non pas comme une assimilation externe, mais comme une découverte des racines chrétiennes de la science.

L'auteur du livre fait un large et intéressant tour d'horizon du *cosmisme russe* (Nikolaï Fedorov, Konstantin Tsiolkovski, Vladimir Vernadski). Le philosophe Nikolaï Fedorov (1829-1903) y est un personnage clé. L'auteur étudie en détails son projet de « résurrection des pères », tout en révélant un pathos éthique et les contradictions de sa doctrine[3]. Cependant, à notre avis, Obolevich n'a pas pleinement perçu l'importance de Fedorov pour la philosophie européenne. Avec toute l'utopie de son projet et la nature hérétique de ses vues chrétiennes, le philosophe russe fonde sa compréhension de l'histoire sur l'objectif central de la civilisation (de toute civilisation, pas seulement européenne) : la victoire sur la mort. C'est en partant de ce point de vue qu'il prévoit le développement de la science, et émet une profonde critique de la civilisation occidentale, et c'est ce qui demeure le plus intéressant dans ses œuvres.

Dans le chapitre intitulé « La synthèse neo-patristique et la science », Obolevitch discerne une autre tradition russe de la pensée religieuse. Elle est liée au nom du théologien-prêtre Georges Florovsky (1893-1979). Initialement, celui-ci était également passionné par la tradition de la synthèse philosophique religieuse, issue de la philosophie religieuse de Soloviev. Cependant, avec le temps, « ...il a perdu la confiance envers la nature spéculative de la réconciliation de la foi et de la raison, prônée par les philosophes russes de l'*Âge d'argent*, Soloviev et autres » (p. 157). Florovsky comprenait de plus en plus clairement que la sophiologie s'efforce de rationaliser le *mystère* de l'existence

2. À sa manière, Pierre Duhem a parlé de ces débuts de la connaissance, des hypothèses et axiomes qui sous-tendent les théories scientifiques. Selon lui, ces débuts se trouvent dans le sens général de la vérité, le *sens commun*.
3. Le rapprochement des enseignements de Fedorov et du transhumanisme moderne sont douteux (p. 148). À notre avis, Fedorov n'aurait pas été d'accord avec les utopies modernes de « l'intelligence artificielle », car il était axé trop sur l'idée de l'organique... Ce sont plutôt les transhumanistes qui se précipitent aujourd'hui pour inscrire Fedorov parmi leurs prédécesseurs.

divine, de remblayer le fossé entre le Créateur et la créature. Le théologien russe prônait le retour à la tradition des Saints Pères, dans la compréhension du lien qui existe entre le monde et Dieu. Ce lien fut ancré dans l'expérience spirituelle, dans la prière et l'ascétisme, et non pas dans une sorte d'ontologie (« tout-unité »). Cette approche excluait la possibilité de la soi-disant théologie naturelle. Florovsky comprenait, bien sûr, que le « retour aux Pères » ne peut pas être formel, qu'il est impossible de faire usage des conceptions des Pères dans la situation de l'homme d'aujourd'hui. Comme Kireevsky, qui appelait également un retour à la philosophie des Saints Pères, Florovsky comprenait qu'on ne doit pas simplement « adapter » la doctrine des Pères à la modernité, mais prendre la mesure des *principes* de leur pensée et les appliquer à la situation du XXe siècle. Tout en critiquant la tradition rationnelle de la théologie, Florovsky n'a pas nié l'importance de l'esprit pour la connaissance de la vérité, mais il a insisté sur la priorité de la foi sur la raison, de sa pleine autonomie et indépendance. La connaissance scientifique elle-même était, selon Florovsky, enracinée dans la source de la connaissance intuitive de la foi. Dans le livre d'Obolevitch, nous trouvons un témoignage intéressant d'un projet de conférences du théologien russe contenu dans sa correspondance avec Boulgakov. Dans ses lettres, il fait part de son intention de présenter une « nature religieuse de la connaissance scientifique et de ses types » (p. 162).

À la fin, Obolevitch conclut que la pensée religieuse russe, axée en général sur la théologie apophatique, donne à la Révélation la priorité dans la connaissance de la réalité. Les théories scientifiques représentent toujours seulement certains modèles de la réalité et dans le cas de leur confrontation avec les vérités de la Révélation, elles doivent être révisées. D'ailleurs, cette révision a lieu de façon naturelle, à mesure du progrès des sciences : aucune théorie scientifique ne peut considérer ses vérités comme immuables et exactes à jamais. Dans son dernier chapitre, Obolevitch cite les mots du théologien français Olivier Clément, disciple du philosophe russe Nicolas Lossky, qui caractérise ainsi cette approche du dialogue de la science et de la religion :

> « Le chrétien sait qu'il n'a rien à craindre de la science, qui est toujours ouverte à la complexité et à la profondeur de la nature et de l'homme. Le chrétien devrait se tourner vers une science ouverte, c'est-à-dire de la science morte à la science vivante... Toute science authentique doit découvrir le monde comme un abîme insondable... La science ouverte ne peut rien dire sur le transcendent en tant que tel. Mais pour ceux qui ont des yeux pour voir, la science reconnaît le transcendant par le fait de son dynamisme, une condition permanente de l'insatisfaction, de la continuité des sentiments d'incomplétude» (p. 173).

Pour conclure, je me réjouis que, grâce à ce livre remarquable, les lecteurs puissent continuer à s'intéresser au dialogue de la science et de la religion.

Bibliographie

Dugem, P. (1912). *Fizicheskaya teoriya, ee smisl i stroenie* [= La théorie physique : son objet, sa structure]. Moscou.

Kantor, G. (1985). O razlichnih tochkah zreniya na beskonechnoye [= Sur les différentes conceptions de l'infini]. Dans G. Kantor, *Trudi po teorii mnogestv* [= On the different views on Infinity] (pp. 262-267). Moscou.

Katasonov, V. (1999). *Borovshiysia s beskonechnim : filosofsko-religiozniye aspekti genezisa teorii mnogestv Georga Kantora* [= Les combats avec l'Infini : aspects philosophiques et religieux de la théorie des ensembles de Georges Cantor]. Moscou.

Katasonov, V. (2017). Poisk I obretenie Istini v knige « Stolp I utvergdenie Istini » sviaschennika Pavla Florenskogo [= Chercher et trouver la Vérité dans le livre « La colonne et le fondement de la Vérité » du prêtre Pavel Florensky]. Dans *Filosovstvovat' v religii* [= Philosopher en Religion] (pp. 19-42). Moscou.

Khomyakov, A. (1886). Neskolko slov pravoslavnogo hristianina o zapadnih veroispovedaniyah. Po povodu odnogo okruzhnogo poslaniya Parizhskogo Arhiepiskopa [= Quelques remarques d'un Chrétien orthodoxe sur les Communions occidentales, à l'occasion d'une lettre publiée par l'Archevêque de Paris]. Dans *Polnoe sobranie sochineniy Alekseya Stepanovicha Khomiakova* [= Œuvres complètes d'Alexei Stepanovich Khomiakov]. *Vol. 2* (pp. 135-210). Moscou.

Leibniz, G. W. (1984). Anagogicheskiy opit issledovaniya prichin [= L'étude anagogique des raisons]. Dans G. W. Leibniz, *Sochineniya v chetireh tomah. Tom 3* (pp. 127-137). Moscou.

Revue des Questions Scientifiques, 2020, 191 (1-2) : 195-200

Analyse critique

Scientifiques en désir de métaphysique

Jean-Michel Maldamé
Couvent des Dominicains (Toulouse)
jean-michel.maldame@dominicains.com

René Thom : portrait mathématique et philosophique / sous la direction d'Athanase Papadopoulos. – Paris : CNRS éditions, 2018. – 460 p. – 1 vol. broché de 15 × 23 cm. – 40,00 €. – isbn 978-2-271-11827-1.

La personnalité de René Thom a suscité de vifs débats dans le monde culturel français puisque ses travaux mathématiques prenaient en compte d'autres disciplines scientifiques et rejoignaient des débats philosophiques. L'ouvrage collectif, sous la direction d'Athanase Papadopoulos, donne une vision chaleureuse de l'œuvre de René Thom. Une première partie (« Biographie, témoignages et souvenirs ») occupe une petite moitié du volume (pp. 19-198) ; elle est suivie par l'exposé des grandes perspectives de l'œuvre (« Mathématiques et philosophie », pp. 203-362). Les trois parties suivantes ne comptent qu'un seul chapitre chacune (« Linguistique », « Musique » et « Morphogenèse », pp. 367-446).

Riche de l'empathie du disciple avec son maître, le premier chapitre donne des éléments de biographie et situe l'œuvre mathématique de René Thom dans son contexte. Il ne s'agit pas seulement de rapporter des événements ou des travaux universitaires, mais de situer une démarche mathématique originale dans ses conclusions comme dans ses options méthodologiques. L'attention se porte sur les débats nés de la démarche de René Thom considérant que les mathématiques ne se réduit pas à ce qu'en fait la démarche dominante qui y voit une considération abstraite close sur sa propre rigueur ou une source d'application pour d'autres savoirs attentifs au « concret » en physique ou dans la techno-

logie. René Thom s'inscrit dans une philosophie qui s'inspire d'Aristote considéré comme le fondateur de la pensée et de la culture — paradoxe, puisque l'enseignement de l'histoire des sciences modernes présente leur essor comme une libération vis-à-vis de la tradition universitaire aristotélicienne ! Athanase Papadopoulos montre l'unité de la démarche : c'est à partir de la solution des questions nées de la topologie et dans le souci de valoriser la géométrie que s'ouvre une voie qui permet de mieux comprendre des domaines que l'on tient habituellement à distance des mathématiques pures, comme la linguistique et l'étude des vivants. La narration biographique montre que la voie choisie par René Thom s'écarte de celle qui dominait alors l'enseignement des mathématiques dans l'esprit du groupe d'étude Bourbaki et en sciences humaines du structuralisme.

Cette présentation chaleureuse est relayée par les quatre brefs chapitres. D'abord les « Souvenirs » familiaux par Françoise Thom, puis les témoignages de mathématiciens qui ont suivi sa route : David Trotman, Marc Chaperon et Takuo Fukunda.

La présentation biographique d'Alexandre Papadopoulos est suivie par la deuxième partie qui s'attache au fond même de la pensée de celui qui fut le maître des rédacteurs. Le titre de cette partie joue du pluriel et du singulier : « Mathématiques et philosophie ». Le pluriel montre que la démarche de René Thom est une démarche mathématique parmi d'autres — ce qui est montré avec précision ; le singulier signifie que la démarche de pensée qui est au-delà de la spécialisation, ce qui confirme la conviction de René Thom que tout travail intellectuel a des fondements qui relèvent d'une démarche tout à la fois « originante et finalisante ».

Dans deux chapitres complémentaires, Athanase Papadopoulos explicite les options de son maître. Au chapitre 7 (« Thom et Aristote : penser la forme et la nature », pp. 203-260), il présente la démarche d'Aristote dans sa différence avec le platonisme censé être la philosophie naturelle des mathématiciens. Cette présentation donne les éléments qui justifient le passage des recherches de la topologie algébrique à l'étude du vivant. Cette présentation ne reste pas aux propos sur la matière et sur la forme ; elle montre l'importance des concepts biologiques. Dans la présentation de l'œuvre spécifiquement philosophique de son maître, il place au premier plan l'*Esquisse d'une sémiophysique*. Ce point de départ lui permet d'unifier la démarche de René Thom et de voir la cohérence profonde entre les domaines mathématiques (la topologie algébrique et la géométrie) et les concepts proprement indispensables pour penser le vivant. Le chapitre 8 (« Logos et analogie : notes sur deux thèmes récurrents dans la

pensée de Thom », pp. 261-292) donne des éléments qui relèvent de la logique et de la linguistique, donc dans les « sciences de l'esprit ». C'est là entrer dans les questions anthropologiques où sont impliqués des éléments qui suscitent des passions plus vives que les propos mathématiques. Athanase Papadopoulos explicite les harmoniques et les apories du terme grec *logos*. L'horizon philosophique s'élargit à la fois au concept de cosmos (avec une étude de Kepler) et de la conscience humaine. Le chapitre donne aussi des indications précieuses sur les réactions des collègues de René Thom, en particulier celles d'Alexandre Grothendieck : ce qui ouvre sur un horizon de spiritualité.

Les chapitres suivants précisent certains points de l'œuvre de René Thom. Franck Jedrzejewski (chapitre 9 : « Diagrammes et singularités chez René Thom », pp. 293-321) ne reste pas dans le champ philosophique d'Aristote. Il note une relation avec la démarche de Husserl qui a enraciné sa pensée dans les mathématiques. Cette perspective corrige l'inféodation de René Thom à la seule perspective aristotélicienne et s'attache à la notion de forme. Ce concept est matriciel pour la mise en ordre des travaux de René Thom : la stabilité structurelle, les singularités, les notions de saillance et de prégnance. Dans cette perspective, l'article entre dans la démarche plus familière aux philosophes modernes, puisqu'il présente la « construction du réel », le statut des lois de la physique et les termes qui ont fait l'originalité des travaux topologiques avec une classification originale des singularités ; cela prépare la notion de forme et l'étude des « interactions des formes ».

Dans le chapitre 10 (« La topologie, la philosophie et l'enseignement mathématique selon René Thom : le règne de la géométrie »), Ken'ichi Ohshika (professeur au Japon) donne une description des travaux de René Thom dans la classification qui correspond à la division des études mathématiques. Cela permet de bien situer ce qui a été présenté auparavant dans une perspective de genèse ou de rencontre avec la philosophie. Les choses sont vues de l'intérieur de l'*organon* mathématique, puisque la première partie de l'étude est consacrée à un « bref historique de la théorie de l'homologie », à l'intérieur du développement de la topologie différentielle pendant les années 1950-1960. Cela permet de situer avec précision l'apport de René Thom et ses premières créations terminologiques (cobordisme, catastrophe...). Les considérations philosophiques ultérieures s'y enracinent. Ce chapitre permet de mieux voir la conception de l'ensemble du savoir mathématique dans laquelle René Thom a enraciné sa démarche et ce qui a accompagné l'essor de sa recherche mathématique. Des précisions épistémologiques sont apportées et viennent compléter les considérations antérieures sur l'héritage aristotélicien. Les options de René Thom ne

sont pas celles d'un professeur soucieux de revenir aux sources, mais la nécessité interne de fonder le développement d'un savoir qui prend en compte ce qui ne l'était pas jusque-là.

Le chapitre 11 « ombres et traces », écrit par Alain Chenciner, donne des éléments mathématiques illustrés par des schémas qui montrent la fécondité d'un retour à la géométrie. Des exemples simples montrent comment la topologie permet de penser mathématiquement des figures et des formes. Cela donne sens à la notion de forme et ouvre sur les perspectives biologiques quand il s'agit de la morphologie des vivants. Il n'y a là nul artifice ni violence de la logique, mais une conception des mathématiques qui ne s'enferme pas dans son formalisme.

Si les chapitres 12 et 13 abordent des domaines plus précis dans le prolongement des travaux mathématiques, la linguistique (Wolfgang Wildgen et Moreno Andreatta), on reste dans les fondements des travaux de René Thom avec l'étude de Jean Petitot (chapitre 14 : « Les premiers textes de René Thom sur la morphogenèse et la linguistique : 1966-1970 »). Cet exposé montre que la nouveauté thomienne est dans la refonte de l'idée même de modélisation (pp. 402-405) dans la perspective d'une mathématique qui n'est plus tributaire de la « coupure épistémologique » liée à la fondation de la mécanique galiléenne. « L'idée directrice de René Thom dans les années 1960 était que les nouveaux outils de la théorie des singularités pouvaient fournir la mathématique "introuvable" idoine qui pourrait compenser les effets de la "coupure" galiléenne » (p. 403). Les articles cités montrent la fécondité de la mise en œuvre de ce projet, à partir des équations présentées. Jean Petitot présente les conflits suscités par ces articles. La discussion conduit à voir en quel sens les études de René Thom permettent de prendre en compte « scientifiquement » des questions ouvertes dans l'étude des vivants et à rendre raison de la morphogenèse (p. 431).

Si la présentation de cet ouvrage n'entre pas ici dans le débat entre mathématiciens, aux frontières de la recherche, le chemin qui conduit René Thom de la mathématique pure à la biologie et à la linguistique mérite attention, parce qu'il permet de mieux rendre compte de la réalité et qu'il rappelle que la fondation de la science classique a pour corrélat un oubli de la complexité des situations par homogénéisation des catégories de pensée, alors que l'attention aux singularités et aux situations analysées par la topologie algébrique permet d'accéder à des phénomènes laissés dans les marges de la science dominante.

Au terme de la lecture de cet ouvrage, outre la découverte d'une riche personnalité et de la grandeur du travail mathématique, le lecteur peut voir une conception renouvelée de la recherche en mathématique : un travail très abstrait (la topologie algébrique) ouvre sur le réel. C'est là un donné dont toute réflexion sur le statut des mathématiques doit tenir compte. L'ouvrage donne aussi un très beau témoignage sur la conduite de la recherche. Si celle-ci repose sur des intuitions abstraites et s'impose par la rigueur de ses démonstrations, elle n'est pas enfermée dans le formalisme. Il y a place pour l'intuition et l'ouverture de possibilités nouvelles. Les contributions des mathématiciens disciples de René Thom sont éclairantes sur ce point. Ils reconnaissent que leur maître a fait des déclarations hors des chemins déjà balisés et qu'il y avait dans ses propositions des étapes qui reposaient plus sur l'intuition que sur la déduction ; ils en montrent la valeur sur les points dont leurs propres travaux témoignent, puisqu'ils en ont donné la démonstration rigoureuse — ce que leur maître n'avait pu faire en son temps. Ainsi l'ouvrage contribue à une mise en perspective des chemins de l'invention et de la théorisation en mathématique, en attestant que plusieurs voies sont possibles. Le passage à la biologie n'a pas eu la même adhésion universitaire. Sans doute parce que les modes de recherche sont différents de ceux qui dominent aujourd'hui et que la théorisation proposée par René Thom est très éloignée de la formation des chercheurs en ce domaine.

L'ouverture sur la philosophie d'Aristote occupe une place importante dans le livre. Il est incontestable que celle-ci allait à l'encontre de la philosophie dominante — en particulier le structuralisme. Sur ce point nous concluons par trois remarques. La première pour rendre hommage à la liberté et l'audace : l'insistance de René Thom sur le lien entre une philosophie de tradition et les travaux actuels montre combien est illusoire le propos qui fait du savoir scientifique un « en-soi ». Les ouvrages, au ton parfois provocant, de René Thom montrent bien que tout savoir a un fondement qui lui échappe. Le célèbre théorème de Gödel l'a établi : une science ne saurait valider ses principes en interne. René Thom le montre. La deuxième remarque concerne sa volonté de revenir à une philosophie de la nature qui ne soit pas séparée d'une métaphysique dont le fondement n'est pas la mécanique rationnelle, mais la valorisation de la forme (*morphè*). Ce choix conduit à l'étude des vivants — étape importante dans notre culture. En effet, après l'effondrement de l'influence marxiste et structuraliste, le monde de la haute technologie cherche une alternative dans les approches mystiques renouant, par-delà le langage emprunté à l'Orient, avec les traditions religieuses pour qui le sacré est à l'intime de la matière comprise comme énergie. Notre troisième remarque est critique. René Thom en-

tend revenir à Aristote. Il le fait à partir de la notion de forme. Or sur ce point, il n'accueille pas toute la richesse de ce terme. Une citation le montre bien. Il écrit : « Le modèle de la théorie des catastrophes offre une réalisation mathématique du schème hylémorphique d'Aristote. La "forme" définie comme la singularité algébrique d'un potentiel (c'est l'"essence" du processus) se déploie sur la matière, qui va subir les catastrophes préinscrites dans le déploiement de la singularité. Un tel schéma assure la transition entre le "logique" et le "morphologique" entre *eidos* et *morphè*. » (p. 295) Lorsque René Thom écrit que la forme « se déploie sur la matière », il ne relève qu'un aspect de la notion de forme chez Aristote. Le livre montre que seul cet aspect est pris en compte. En effet, la relation entre la matière et la forme est pensée comme relation puissance à acte ; la forme est l'acte (*energeia*) qui donne à la matière d'être matière ; elle ne se déploie pas *sur* la matière. En se limitant à ce point, René Thom ne pénètre pas au cœur de la philosophie d'Aristote. On peut dire que c'est logique, puisque la topologie est, selon sa définition, une étude du *topos* ou en latin *analysis situs* — ce n'est là qu'un des dix attributs de la philosophie aristotélicienne qui distingue entre le *locus* et le *situs*.

Revue des Questions Scientifiques, 2020, 191 (1-2) : 201-208

Analyse critique

Alexandre Koyré, cinquante ans plus tard

Considérations sur l'état des études koyréennes

Giorgio Matteoli
Università degli Studi di Torino
Dipartimento di Filosofia e Scienze dell'Educazione
giorgio.matteoli@edu.unito.it

Hypotheses and Perspectives in the History and Philosophy of Science : Homage to Alexandre Koyré 1892-1964 / editors : Raffaele Pisano, Joseph Agassi, Daria Drozdova. – Cham : Springer, 2018. – xxviii, 482 p. – 1 vol. relié de 16 × 24 cm. – 137,79 €. – isbn 978-3-319-61710-7.

L'année 2014 est marquée par le cinquantenaire de la mort d'Alexandre Koyré. En cette occasion (peut-être que le Koyré historien de la mystique des nombres, du spiritualisme médiéval et de l'alchimie en aurait été heureux) se sont multipliés les publications de différentes études importantes et les colloques qui lui sont dédiés. En effet, jusqu'à la dernière décennie, la littérature secondaire était limitée à peu de titres vraiment significatifs, tels qu'un dossier monographique de la revue *History & Technology* (IV, 1987), qui suivait la publication des inédits et des documents relatifs aux enseignements universitaires de Koyré (Redondi, 1986/2016) ; les actes d'un colloque tenu à Acquasparta en 1992 (Vinti, 1994) ; une seule monographie (Jorland, 1981), quelques articles et certaines thèses doctorales (malheureusement non publiées). À la suite d'un premier regain d'intérêt pour l'œuvre de Koyré, la *Bibliographie d'Alexandre Koyré* est publiée en 2000 (Stoffel, 2000). Cet ouvrage est un instrument de recherche utile qui recueille les références bibliographiques de toute la littérature primaire et secondaire disponible jusqu'alors.

En février 2012, à l'approche du cinquantenaire susmentionné, un colloque tenu à Nanterre a ouvert une nouvelle saison d'études koyréennes. Plus tard se dérouleront un colloque à l'Université de Goiás au Brésil (2014), une journée d'étude à la Maison française de la NYU à New York (2014) et quelques sessions académiques à Ortoeva, dans les Îles Canaries et en Tunisie. Pour certains de ces évènements, les actes ont été publiés (Seidengart, 2016 ; Condé & Salomon, 2015). Enfin, en 2016, la seconde monographie sur Koyré est publiée, qui est aussi sa première biographie intellectuelle (Zambelli, 2016).

L'ouvrage le plus récent de ces nouvelles études est édité par Raffaele Pisano, Joseph Agassi et Daria Drozdova. Ce dernier est un outil essentiel pour la connaissance et la compréhension de l'œuvre de Koyré. Malheureusement, il faut souligner tout d'abord quelques défauts. Les 21 chapitres qui composent le texte ne présentent pas une organisation thématique : les éditeurs ont opté pour une organisation alphabétique des auteurs, créant ainsi une perte de repères pour le lecteur qui décide d'effectuer une lecture continue du début à la fin du livre. De plus, malgré les trois éditeurs (ou peut-être exactement à cause de ça), l'attention éditoriale est plutôt faible : on y trouve beaucoup de fautes d'impression, une introduction (tronquée !) d'une page et demie, et en général peu de lignes directrices éditoriales, à l'exception de l'intention exprimée par Bernadette Bensaude-Vincent dans le *Foreword* de « reconsidérer l'œuvre de Koyré dans une plus grande perspective internationale » (p. ix).

Naturellement, la négligence formelle n'affecte (presque) jamais la qualité des interventions individuelles qui, dans la majorité des cas, sont vraiment innovatrices, stimulantes et pionnières. Il est possible de distinguer deux types dans les contributions des différents auteurs : a) celles qui traitent des questions « internes » à l'œuvre de Koyré (aspects épistémologiques et méthodologiques, concepts fondamentaux, évaluations et discussions de ses nombreuses aires de recherche à l'intérieur de l'histoire des sciences) ; b) celles *sur* Koyré, de nature plus historiographique, qui prennent en considération ses rapports avec les autres philosophes et historiens des sciences contemporains, ses relations intellectuelles avec ses maîtres directs et indirects et l'influence de son œuvre en Europe et aux États-Unis.

* * *

La majorité des contributions qui constituent le premier groupe sont dédiées à la discussion des études que Koyré a conduites sur des personnalités centrales de l'histoire des sciences, et notamment sur Galilée (chap. 4, 5, 10 et 12). Francesco Crapanzano aborde la question de l'expérimentalisme galiléen,

en retraçant les étapes fondamentales du débat (entamé avec Koyré) sur l'effective fiabilité historique des comptes rendus de Vincenzo Viviani sur les expériences de Galilée, en se concentrant sur la liaison entre la réflexion koyréenne sur l'expérimentalisme dans la science et la célèbre affirmation du caractère platonico-mathématique de la science galiléenne. Cette question est traitée plus en détail par Mario De Caro, qui défend la thèse — déjà amplement critiquée dans le passé d'un point de vue historiographique — qui voit la science galiléenne comme principalement platonicienne. Tandis que De Caro aborde la question en termes surtout épistémologiques, Gérard Jorland, dans un des articles les plus originaux du volume, traite la reconstruction du débat du XXe siècle à propos du platonisme de Galilée en prenant une perspective historiographique plus vaste, qui relate les phases principales de l'historiographie des sciences du dernier siècle d'une façon jusqu'à présent inédite. Pourtant, Jorland ne se borne pas à reconstruire l'histoire de la réception et des critiques des *Études galiléennes*, mais prend position en faveur d'une reprise possible, avec quelques précautions, des thèses exposées historiquement et épistémologiquement, discutant quelques-unes des tentatives plus récentes de remise en discussion. Enfin, l'article de Stephen Gaukroger redimensionne de manière critique l'accentuation de Koyré sur le rôle du platonisme mathématique (et, en général, sur les aspects philosophiques et métaphysiques) à l'origine de la science moderne, en montrant les discontinuités méthodologiques entre Descartes et Galilée à propos du cas du mouvement de chute libre. Tout en reconnaissant l'importance du travail de Koyré dans le processus de professionnalisation de l'histoire de la science au cours du XXe siècle, Gaukroger attire l'attention sur l'erreur — pas toujours évitée de la part de Koyré — qui consiste à réduire les questions scientifiques à des questions métaphysiques ou épistémologiques, comme il le montre dans son texte à travers les cas de Descartes et de Galilée. En parallèle des études galiléennes, on prend également en considération les travaux de Koyré sur Pascal (Dominique Descotes, chap. 6) et sur Kepler (Anna Maria Lombardi, chap. 13 ; Raffaele Pisano et Paolo Bussotti, chap. 16), remplissant ainsi un vide substantiel dans la littérature koyréenne.

Le reste des contributions de cette première typologie nous offre un regard sur certaines problématiques de nature théorique, comme « l'unité de la pensée » (chap. 1 et 2), l'« histoire des erreurs », l'opposition méthodologique entre internalisme et externalisme dans l'histoire des sciences (chap. 1 et 3) et la « révolution scientifique » (chap. 6 et 20). Ces nouvelles contributions s'adaptent à la littérature précédente de manière utile et originale : Mauro Condé traite du (vraiment négligé) jeune Koyré et des premiers écrits sur les fondations de la mathématique, en les utilisant pour faire des considé-

rations critiques sur le soi-disant « internalisme radical » du Koyré mature. Cette question est également abordée par Joseph Agassi, qui souligne l'importance de l'internalisme de Koyré pour l'historiographie des sciences suivantes (contemporaines également), et, en particulier, il louange son style historique *problem oriented* et son attention philologique dans la lecture des textes. Les essais de Daria Drozdova et de Jean-François Stoffel traitent, au contraire, de la « révolution scientifique », mot inventé — comme on le sait — par Koyré dans les années 30. D'un côté, Drozdova conduit une analyse claire et précise des différentes significations du mot dans l'œuvre de Koyré (à partir de ses premiers écrits d'histoire des sciences jusqu'à *From the Closed World to the Infinite Universe* et jusqu'aux *Études newtoniennes*). De l'autre, Stoffel aborde la charmante question des conséquences anthropologiques de la « révolution copernicienne » en se demandant si l'interprétation koyréenne de cette révolution est plus proche de la *received view* ou de sa critique. Stoffel recentre le débat sur la signification historique et métaphysique du passage d'un modèle cosmologique géocentrique à un modèle héliocentrique entre les XVIIe et XXe siècles, en se concentrant particulièrement sur la valeur de l'interprétation de Koyré à propos de la « retraite du Divin » et de la séparation entre le monde de la science et le monde de la vie aux origines de la science moderne.

* * *

La partie la plus originale du volume est celle des chapitres qui discutent la figure de Koyré dans une perspective historiographique générale. Antonino Drago et Marlon Salomon (chap. 7 et 18) s'occupent principalement du sens et de la valeur de la « révolution historiographique » opérée par Koyré (thème qui est traité marginalement dans beaucoup d'autres contributions). Drago soutient que l'œuvre de Koyré a eu, pour l'histoire des sciences, un impact culturel peut-être plus important que celui d'un de ses plus célèbres héritiers, Thomas Kuhn, qui aurait au contraire affaibli la puissance originaire des thèses de Koyré, en les normalisant. Salomon, de son côté, présente un essai de nature plus épistémologique et méthodologique, à propos de la façon dont Koyré lui-même aurait compris son approche de l'histoire des sciences et de la philosophie moderne dans un sens « critique » et « dénaturalisant » (p. 380). Selon Salomon, la vraie innovation de l'approche de Koyré consisterait en une nouvelle conception du rôle de l'historicité dans le processus de connaissance, historicité qui n'est plus conçue comme le rapport entre le passé et le présent, mais comme rapport entre l'« actuel » et le « non plus actuel ». Dans ce sens-là, la « révolution historiographique » de Koyré est confrontée de façon originale avec la « révolution épistémologique » d'Einstein relative à la conception de

l'espace-temps, en montrant ainsi les conséquences épistémologiques du passage d'un *univers infini* à un *espace-temps indéfini.*

Les chapitres 9, 14, 17, 19 et 21 apportent une contribution (parfois innovante) à ce travail déjà commencé par Paola Zambelli avec la biographie intellectuelle de Koyré, c'est-à-dire donner un aspect historique à son image, en le plaçant dans son contexte culturel et en faisant la lumière sur ses influences intellectuelles et sur les débats auxquels il a participé. Massimo Ferrari, quant à lui, enquête sur la relation entre Koyré et Ernst Cassirer, une de ses sources d'inspiration principales pour la thèse du platonisme et du mathématisme galiléen qui a émergé pour la première fois dans le contexte de l'école marbourgeoise. De plus, Ferrari compare le type d'histoire des sciences pratiqué par les deux auteurs et la façon dont ils discutent le problème historico-épistémologique de la continuité (ou discontinuité) dans le progrès de la connaissance, en donnant un cadre et une profondeur historique au débat sur le concept de « révolution scientifique ». Toutefois, l'auteur ne se limite pas à confronter Koyré et Cassirer : les deux sont à leur tour mis en relation avec leur contexte intellectuel, de sorte qu'il peut ajouter des considérations très intéressantes sur des personnages, comme Meyerson, Cohen, Brunschvicg, Burtt et Natorp, très importants dans cette histoire et pourtant souvent méconnus. Diederick Raven, à l'inverse, à partir de la question complexe du rôle du savoir artisan et de l'ingénierie dans la révolution scientifique, prend en considération la position de Koyré au sujet des évaluations de Leonardo Olschki et Edgar Zilsel. Comme le signale l'auteur, Olschki et Zilsel ont été oubliés à tort par l'historiographie suivante, et ils mériteraient une redécouverte que Raven, du moins dans le champ des études koyréennes, est le premier à souligner.

Le chapitre de Rodney Parker fait un important travail de synthèse et de mise à jour sur le thème des rapports entre Koyré et la phénoménologie, et en particulier avec Husserl et Reinach. Parker montre bien comment la leçon des premiers maîtres et amis de Koyré à Göttingen est restée un point de référence constant dans toute sa production, autant sur le plan de la méthode que sur celui des problèmes abordés. Enfin, en traitant aussi des visites de Koyré au peu célèbre *Bergzabern Kreis* (le cercle phénoménologique de Göttingen où les ex-étudiants de Husserl continuèrent à se rencontrer après la Première Guerre mondiale), Parker donne une contribution novatrice non seulement sur les études koyréennes, mais aussi sur une partie presque inconnue de l'histoire du mouvement phénoménologique. John Schuster traite au contraire de la postérité de l'enseignement koyréen aux États-Unis et, plus précisément, de la première formation du jeune Thomas Kuhn. Schuster dresse un tableau (en partie

opposé à celui de Drago dans le 7e chapitre) de l'appropriation kuhnienne de l'enseignement de Koyré, en soulignant les aspects innovants, comme le refus de l'idée koyréenne de métaphysique et la formulation de l'idée de « science normale ». Pour finir, Anna Yampolskaya commence à étudier l'influence de Koyré et de ses études sur le concept d'infini dans la philosophie de la religion française de l'après-guerre, et en particulier sur ses majeurs représentants (Emmanuel Levinas et Michel Henry).

* * *

Dans l'ensemble, ce volume fournit un apport significatif sur les études koyréennes. D'une part, par la discrète quantité de jeunes auteurs et autrices impliqués, il témoigne ainsi de l'émergence d'un renouvellement d'intérêt pour l'œuvre de Koyré par une nouvelle génération d'étudiants et il faut espérer que les contributions les plus novatrices du volume fassent l'objet de recherches plus vastes. D'autre part, on commence à observer une sorte d'expansion de perspective et une partielle réorganisation du regard historique à propos de la personne de Koyré. En effet, même si on continue à étudier les thèmes les plus courants et fascinants liés au son nom (les études galiléennes, la révolution scientifique, son apport pour l'innovation méthodologique et la professionnalisation de l'histoire des sciences comme discipline), il y a de nombreux étudiants qui explorent de nouvelles pistes de recherche moins empruntées, mais qui n'en restent pas moins intéressantes, tels que des recherches sur les relations de Koyré avec le néokantisme ; ses études sur Kepler ; la possibilité d'extrapoler une philosophie plus ou moins cohérente de ses œuvres ; une mesure effective (et non plus seulement une constatation) de l'impact et de l'influence de ses études sur l'historiographie des sciences en Europe et aux États-Unis.

Au regard de la quantité d'études disponibles aujourd'hui sur Koyré, il est possible, même s'il ne s'agit pas exactement d'un bilan, de tirer des considérations conclusives sur les champs et les points qui restent à parcourir dans son œuvre. Comme le montrent beaucoup d'études dans ce volume, il semblerait que la tradition de recherche considère Koyré principalement, sinon uniquement, comme un historien de la science et des religions en reléguant au second plan l'image d'un « Koyré philosophe ». Même si on a toujours donné la même importance à sa formation philosophique et historique, on a rarement soutenu l'idée qu'il pouvait y avoir *une* philosophie. Comme le souligne Agassi dans le premier chapitre, le *secret charm* d'œuvres comme les *Études galiléennes* ou *From the Closed World to the Infinite Universe* repose exactement dans l'utilisation faite par Koyré des classiques de l'histoire de la philosophie et de la

science pour montrer (aussi), plus que pour affirmer, des thèses philosophiques et épistémologiques. De plus, la question de l'implication politique de Koyré dans les évènements de son temps est encore à examiner (et l'étude de Zambelli [2016] représente un point de départ parfait). De son enrôlement volontaire à son activité d'espionnage pendant la Première Guerre mondiale jusqu'à son rôle à l'École libre de New York comme propagandiste de de Gaulle et ses relations avec la politique et la culture américaine — il suffit pour cela de se souvenir de ses échanges épistolaires avec Franklin Roosevelt ou de son amitié avec Robert Oppenheimer.

Pour finir, même si Koyré a toujours vécu, à l'image de l'un de ses auteurs les plus chers, selon la maxime du *larvatus prodeo* (quoi de plus *larvatus* qu'un agent secret…), il mena aussi pendant sa carrière une intense activité culturelle, éditoriale et de publication. En tant que polyglotte, il a aidé à de nombreuses occasions à des *transferts culturels* entre l'Allemagne et la France ; la Russie et la France ; la France et les États-Unis. Koyré a également publié un grand nombre de comptes rendus et de critiques (plus de quatre cents titres) dont les analyses réserveraient sûrement des surprises : comme dans le cas des classiques de l'histoire des sciences, Koyré a en effet souvent utilisé le compte rendu pour dialoguer directement avec les auteurs, en démontrant une grande capacité stylistique et rhétorique pour synthétiser ses pensées en peu de lignes.

Pour conclure (toutefois la liste n'est pas exhaustive) sur le champ strictement historiographique, il serait possible et très intéressant d'approfondir les recherches sur les relations entretenues par Koyré non seulement avec la phénoménologie, très étudiées (même s'il manque par exemple une étude sur Koyré et Heidegger), mais aussi avec les autres courants philosophiques de la première partie du XXe siècle : le néokantisme, dans la figure d'Ernst Cassirer — mais il faut se souvenir que la thèse du platonisme de Galilée remonte à Paul Natorp — ; l'empirisme logique, dont les représentants dialoguèrent quelques fois avec Koyré (Philip Frank, Edgar Zilsel) ; l'existentialisme, auquel Koyré pourrait avoir donné une contribution plus profonde grâce à ses études hégéliennes (conduites avec son ami Jean Wahl), et à sa réflexion sur l'histoire.

Bibliographie

Condé, M., & Salomon, M. (Eds.) (2015). *Alexandre Koyré : história e filosofia das ciências*. Belo Horizonte : Fino Traço.

Jorland, G. (1981). *La science dans la philosophie : les recherches épistémologiques d'Alexandre Koyré*. Paris : Gallimard.

Redondi, P. (Ed.) (1986/2016). *Alexandre Koyré. De la mystique à la science. Cours, conférences et documents, 1922-1962* (nouvelle édition revue et augmentée par P. Redondi). Paris : Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales.

Seidengart, J. (Ed.) (2016). *Vérité scientifique et vérité philosophique dans l'œuvre d'Alexandre Koyré*. Paris : Les Belles Lettres.

Stoffel, J.-F. (2000). *Bibliographie d'Alexandre Koyré*. Firenze : Leo Olschki.

Vinti, C. (1994). *Alexandre Koyré. L'avventura intellettuale*. Napoli : Edizioni Scientifiche Italiane.

Zambelli, P. (2016). *Alexandre Koyré in incognito*. Firenze : Leo Olschki.

Comptes rendus

Histoire des sciences

Timberlake (Todd) - Wallace (Paul), *Finding Our Place in the Solar System : The Scientific Story of the Copernican Revolution*. – Cambridge (UK) : Cambridge University Press, 2019. – xvii, 378 p. – 1 vol. relié de 18 × 25 cm. – 39.99 $. – isbn 978-1-107-18229-5.

Pour cerner la spécificité de ce livre issu d'un cours délivré par P. Wallace au Berry College avant d'être repris et modifié par T. Timberlake, il convient de remarquer la présence, dans son sous-titre, de l'adjectif « scientifique » venant caractériser le récit historique dont il est ici question. Or, de prime abord, cette présence est troublante : si elle est assurément conforme au *contenu* de ce livre, soit une histoire de la révolution copernicienne qui se distingue des autres par une focalisation bien plus importante sur l'astronomie technique sans qu'aucune équation ne soit toutefois intégrée dans le texte, elle ne semble pas être en adéquation avec son *public* originel, puisque celui-ci était constitué d'étudiants poursuivant des études *non* scientifiques. Comment donc comprendre ce paradoxe (apparent) d'un manuel universitaire proposant une histoire de la révolution copernicienne plus technique que ce qui est habituellement de mise tout en étant destiné à des étudiants non scientifiques ? Il résulte non seulement de la formation professionnelle des auteurs (qui sont tous les deux physiciens), mais plus encore de la contrainte institutionnelle qui était la leur : délivrer, à leurs étudiants, un véritable cours de science comportant prioritairement un contenu proprement scientifique.

Réfléchissant à la manière la plus opportune d'honorer cet objectif, les titulaires successifs de ce cours ont tout d'abord déterminé le besoin réel de leur public : acquérir une compréhension générale du fonctionnement de la science plutôt qu'une connaissance pointue, forcément bientôt périmée, de ses résultats les plus récents. Ayant pris acte que la solution idéale pour acquérir une telle compréhension, à savoir s'adonner soi-même activement à la recherche scientifique, n'était pas accessible aux étudiants qui étaient les leurs, ils se sont ensuite mis d'accord sur une solution alternative : après avoir choisi une connaissance scientifique qui soit tout à la fois importante, accessible et encore valable aujourd'hui (en l'occurrence le géocinétisme), retracer l'histoire de son acquisition afin de donner à voir, sur base de ce cas représentatif, le fonctionnement général de la science.

Bien sûr, pourrait-on objecter, un tel objectif aurait pu être atteint plus directement par la délivrance d'un cours d'épistémologie ou de philosophie des sciences. Outre le fait qu'un tel cours n'aurait pas répondu au cahier des charges imposé, non seulement c'est une objection que nous ne leur adresserons pas — nous préférons en effet la prudence et le sens de la complexité qui caractérisent généralement l'historien au dogmatisme méthodologique qui est trop souvent le fait du philosophe —, mais nous applaudirons même à leur volonté de rester attaché, grâce à l'histoire, à la description de la science telle qu'elle se pratique réellement !

Parce qu'il définit la révolution copernicienne comme le passage de la vision géocentrique *du monde* à la conception héliocentrique *du système solaire* (p. 3 et p. 8), cet ouvrage couvre une période plus large que celle habituellement désignée par cette expression, puisqu'il se poursuit jusqu'à des époques où l'univers n'est plus perçu comme héliocentrique. Après un premier chapitre introductif (11 p.) et deux chapitres destinés à acquérir les connaissances astronomiques nécessaires à la compréhension du sujet (58 p.), le récit historique prend la relève en abordant successivement le géocentrisme antique et médiéval, Copernic, Tycho Brahé, Kepler, Galilée, Newton et, finalement, les preuves avancées en faveur des mouvements de rotation et de révolution de la Terre, avant que l'ouvrage ne s'achève par de nombreuses annexes mathématiques (30 p.).

S'il confirme la focalisation annoncée sur l'astronomie technique et l'étendue chronologique mentionnée, ce bref relevé du contenu de cet ouvrage ne témoigne pas encore de sa spécificité principale : inculquer, par le détour de l'histoire des sciences, non seulement un certain nombre de connaissances scientifiques, mais aussi et surtout une certaine compréhension de la démarche scientifique. Aussi faut-il immédiatement ajouter que chacun de ces chapitres se termine systématiquement par une section « réflexions sur la science » dont l'intitulé reflète parfaitement le contenu : il s'agit bien de réflexions diverses et variées, et non d'un exposé bien délimité et fortement structuré. Au sein d'une même section, les thématiques abordées sont donc multiples, non explicitement identifiées, traitées plus ou moins rapidement (de sorte que l'importance de l'investissement historico-technique fourni semble parfois disproportionnée par rapport aux considérations sur la démarche scientifique qui en résultent) et quelquefois récurrentes d'un chapitre à l'autre (il faudra, par exemple, réunir le contenu de plusieurs sections pour se faire une idée synthétique de l'importance, en science, des mathématiques). En tant qu'enseignant, nous aurions attendu exactement l'inverse d'un manuel universitaire, ce qui nous aurait alors permis de choisir, pour un de nos cours, tel ou tel chapitre en fonction de la thématique explicite, bien circonscrite et suffisamment développée qui lui est associée. Or, c'était tout à fait possible ! Donnons quelques exemples. L'équivalence géométrique, démontrée par Hipparque (chap. 4), du système à épicycles et du système à excentriques est à ce point philosophiquement importante (songeons à Descartes) qu'elle aurait certainement mérité, à elle seule, de faire l'objet d'une section entière. Il en va de même du raisonnement de Galilée, soi-disant crucial, relatif aux phases de Vénus (chap. 8), pour ne rien dire de la thématique, devenue inévitable depuis P. Duhem, relative à l'opportunité d'une attitude réaliste ou phénoménaliste pour le développement de l'astronomie.

Bref, tout en nous réjouissant de l'existence de cet ouvrage, nous regrettons que ses auteurs, désireux sans doute de plaire au public le plus large, ne se soient pas strictement

tenus à l'idée, par ailleurs excellente, qui était la leur : proposer un manuel universitaire très structuré et très synthétique qui, à l'occasion d'une thématique scientifique unique (ce qui permet de diminuer l'investissement initial), donne l'occasion d'aborder de manière précise et suffisamment détaillée un certain nombre de questions d'épistémologie ou de philosophie des sciences bien identifiées, et ce tout en laissant aux enseignants le choix de suivre l'entièreté de leur livre ou d'en sélectionner l'un ou l'autre chapitre.

Privilégiant l'astronomie technique, faisant preuve de beaucoup de pédagogie, particulièrement attentif à la complexité de la démarche scientifique, enrichissant la narration historique de considérations épistémologiques mesurées et directement connectées avec la matière étudiée, soutenant une conception réaliste de la science, ce livre donnera assurément satisfaction à son public — celui des scientifiques désireux de lire une histoire de la révolution copernicienne considérée du point de vue de l'astronomie proprement dite et qui soit en outre attentive au fonctionnement de la démarche scientifique —, même s'il ne correspond pas totalement à ce que, personnellement, nous aurions aimé avoir à notre disposition dans le cadre de notre enseignement essayant d'inculquer, précisément à des étudiants non scientifiques, ce qu'est la science… et, peut-être aussi et surtout, ce qu'elle n'est pas !

Jean-François Stoffel
Haute école Louvain-en-Hainaut

Büttner (Jochen), *Swinging and Rolling : Unveiling Galileo's unorthodox path from a challenging problem to a new science*. – Dordrecht : Springer Nature, 2019. – 472 p. – (Boston Studies in the Philosophy and History of Science, 335). – 1 vol. relié de 16 × 24 cm. – 95,39 €. – isbn ISBN 978-94-024-1592-6.

Grâce aux travaux importants de Maurice Clavelin (*La philosophie naturelle de Galilée* [1995] et *Galilée, cosmologie et science du mouvement* [2016]) nous sommes bien renseignés sur la pensée galiléenne dans le contexte de la pensée philosophique et scientifique à l'époque que nous sommes convenus d'appeler la révolution scientifique. Durant son séjour à Padoue, qu'il quitta en 1610 pour retourner à Florence, Galilée fit plusieurs expériences qui s'avérèrent cruciales, mais ce n'est qu'en 1638 qu'il publia ses résultats dans ses *Due nuove scienze* (traduites par les soins de Maurice Clavelin, *Discours concernant deux sciences nouvelles*, Paris : PUF, 1995). Longtemps méconnus, les feuillets sur lesquels Galilée notait le dispositif et le résultat de ses expériences ont été rendus disponibles en facsimilé par Stillman Drake dans un fascicule hors-série des *Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza* de Florence en 1979. Ces textes, dont la chronologie a été grandement améliorée par les soins de Jochen Büttner et de ses collaborateurs, sont maintenant disponibles sur le site : http://www.mpiwg-berlin.mpg.de/Galileo_Prototype/INDEX.HTM. C'est grâce à cette documentation que Jochen Büttner a pu reconstituer dans le menu détail la démarche de Galilée.

Le mouvement d'un corps en chute libre est trop rapide pour qu'il soit possible d'en prendre les mesures. Pour procéder à une étude quantitative du mouvement, il faut pouvoir soit le ralentir soit utiliser un mouvement qui débute lentement. Galilée choisit deux solu-

tions qui avaient attiré l'attention de l'un ou l'autre de ses prédécesseurs qui n'en avaient pas toutefois compris la portée. La première des solutions est l'utilisation d'un pendule ; la seconde est le roulement d'une bille le long d'un plan incliné. D'où le titre de l'ouvrage de Jochen Büttner dans lequel il étudie la façon dont Galilée s'est servi du *Swinging* (l'oscillation) et du *Rolling* (le roulement) d'une bille pour découvrir la loi de la chute des corps.

Le mouvement du pendule posait une sérieuse difficulté aux aristotéliciens qui s'ingéniaient, en vain, à l'expliquer en le définissant comme un mouvement *mixte*, sans vraiment définir ce que cela signifiait. Le problème est le suivant. Lorsqu'un corps lourd suspendu au bout d'un pendule est écarté de la perpendiculaire et relâché, il se met en mouvement pour redescendre et retrouver la place d'où il est parti. Une fois atteint ce point départ, il ne s'arrête pas, mais remonte de l'autre côté. D'où provient l'élan qui le mène plus haut ? Galilée prit cette question au sérieux et il eut l'idée de prendre deux boules, l'une en plomb et l'autre en liège et de les attacher à deux fils de la même longueur. Les écartant alors de la position perpendiculaire, il les lâcha en même temps et découvrit que les temps d'oscillation des mobiles étaient presque identiques. Il comprit que le léger écart était imputable au frottement dû à l'air. C'est ainsi qu'il découvrit que ni la masse, ni la matière qui constitue le pendule, ni l'angle de départ n'interviennent sur la durée de leur aller et retour. C'est ce que nous appelons l'isochronisme.

Galilée eut alors l'idée d'utiliser un dispositif expérimental qui s'apparente à celui du pendule. Il joignit ensemble deux arcs de cercle de telle façon qu'il pouvait laisser une bille rouler le long de l'intérieur d'un arc et remonter de l'autre côté. Il constata que la bille remonte à peu près à la hauteur d'où elle est partie, même si la pente est diminuée ou le parcours allongé. La bille perd graduellement de sa vitesse dans la remontée, mais cela, comme Galilée le comprit, est dû au frottement. Sans frottement, la hauteur atteinte serait exactement celle d'où la bille est partie. Que se passerait-il si, en l'absence de remontée, la bille continuait sa trajectoire en ligne droite ? Par un passage à la limite, Galilée conclut que la bille devrait conserver sa vitesse et rouler indéfiniment.

Ces travaux avec le pendule et les arcs de cercle vont suggérer à Galilée l'utilisation d'un plan incliné comme une deuxième façon de ralentir le mouvement et il s'en servira pour établir un lien entre le temps et la distance parcourue. Des billes en chute libre tombent trop rapidement, mais leur mouvement peut être réduit en les lâchant non plus à la verticale, mais le long d'un plan incliné. Quelques feuillets cruciaux, soigneusement compulsés par Jochen Büttner, nous renseignent sur les dispositifs expérimentaux que Galilée a retenus ou qu'il a jugé bon d'écarter comme, par exemple, un plan incliné qui s'était avéré trop raide. Des relevés de longueur de parcours d'objets lâchés sur des plans inclinés permirent ainsi à Galilée de confirmer son hypothèse sur la forme parabolique des trajectoires d'objets lancés, sur l'évolution de leur vitesse et sur le lien entre le temps et la distance parcourue. Il n'y avait pas, à l'époque, d'instrument précis pour mesurer le temps et Galilée, qui était musicien, eut l'idée d'utiliser les intervalles de temps égaux que l'on peut obtenir en chantant un air. Par la suite, il utilisera un récipient rempli d'eau et percé à sa base d'un petit trou soudé à une mince canule par laquelle l'eau s'écoule. L'eau qui s'accumule pendant un certain temps est recueillie dans un récipient de verre et soigneusement pesée. Les poids d'eau ainsi obtenus mesurent le temps écoulé ; aucune autre unité de mesure n'entre

en jeu. Le rapport des poids d'eau recueillis est égal au rapport des temps écoulés. D'où la conclusion sensationnelle que la distance parcourue est proportionnelle au carré du temps.

La présentation ordonnée en deux étapes — premièrement, la formulation d'une hypothèse et, deuxièmement, la vérification expérimentale — que nous trouvons dans le *Discours concernant deux sciences nouvelles* n'est pas le véritable parcours que Galilée a emprunté. Son cheminement a comporté des allers-retours entre des expériences dont certaines étaient partiellement à l'aveuglette tandis que d'autres étaient d'une rigueur exemplaire.

Dans cet ouvrage remarquable par son acribie, Jochen Büttner reconstitue la démarche de Galilée et nous permet de connaître dans sa spécificité comment il fit les découvertes qui ouvrirent une nouvelle voie à la recherche scientifique.

William R. Shea
Université de Padoue

Le Ru (Véronique), *Émilie du Châtelet philosophe*. – Paris : Classiques Garnier, 2019. – 208 p. – (Les anciens et les modernes - études de philosophie, 38). – 1 vol. broché de 15 × 22 cm. – 29,00 €. – isbn 978-2-406-08792-2.

Au début et à la fin de son ouvrage (p. 10 et p. 187), Véronique Le Ru énonce le principe qui en a présidé la composition : « Il est grand temps de lire Émilie du Châtelet pour elle-même ». Pour décrire la portée du livre, il faut craindre sinon fuir l'anecdote. Et tout ce qui entoure la marquise s'y prête aisément. Aussi convient-il d'emblée de signaler la lucidité dont celle-ci fait montre en ce qui concerne et sa vie et son œuvre. Il est de mise dans son état — et il est juste d'entendre ce mot dans tous les sens que le lecteur voudra bien lui donner — de « séduire ou s'instruire ». Aussi, dit-elle, « il est certain que l'amour de l'étude est bien moins nécessaire au bonheur des hommes qu'à celui des femmes » (p. 72). Et forte de sa modestie, elle prend les devants : elle n'a pas « le génie créateur qui fait trouver des vérités nouvelles » et « elle s'est tournée vers la traduction » (p. 69). Plus avant on verra ce qu'il en est. Le travail ne l'effraye pas, loin s'en faut. Voici son emploi du temps : « Je me lève à 9 heures, quelquefois à 8, je travaille jusqu'à 3, je prends mon café à 3 heures, je reprends le travail à 4, je le quitte à 10 pour manger un morceau seule, je cause jusqu'à minuit avec m. de V. qui assiste à mon souper et je reprends le travail à minuit jusqu'à 5 heures » (p. 110). Aussitôt l'on songe à une discipline monacale. Et soit dit en passant, si Paul Valéry s'en fût avisé, il n'aurait sans doute pas écrit, à titre d'exemple, lors de sa critique de « l'arbitraire » qui règne dans les romans : « La marquise prit le train de 9 heures »[1]. Les œuvres de la marquise sont fort nombreuses. Certes les *Institutions de physique* et sa traduction des *Principia* de Newton sont les mieux connues. Certaines d'entre elles, et non des moindres — *Discours sur le bonheur*, *Examens de la Bible*, *Essai sur l'optique*, la traduction de la *Fable des abeilles* de Mandeville — ne sont guère consultées aujourd'hui. Notons que le commentaire au *Principia* se compose de deux parties fort considérables : un « Exposé abrégé du système du monde » (116 p.) et une « Solution analytique des principaux

1. Valéry, P. (1974). *Cahiers II* (édition établie, présentée et annotée par J. Robinson). (Bibliothèque de la Pléiade ; 254). [Paris] : Gallimard, p. 1162.

problèmes qui concernent le système du monde » (170 p.), c'est-à-dire une traduction, dans le langage issu du calcul infinitésimal de Leibniz, des démonstrations géométriques de Newton. Le Ru souligne qu'il s'agit d'une triple traduction, du latin au français, de la langue géométrique à la langue du calcul et de la physique de Newton à la physique du milieu du XVIII[e] siècle (p. 111) et, de même, elle soutient que le pari de la marquise est de fonder l'attraction de Newton dans le principe de raison suffisante de Leibniz. Voici les grandes lignes de la pensée d'Émilie du Châtelet. (A) Rôle et statut des hypothèses : « Un des torts de quelques philosophes de ce temps, c'est de vouloir bannir les hypothèses de la physique ; elles y sont aussi nécessaires que les échafauds dans une maison que l'on bâtit ; il est vrai que lorsque le bâtiment est achevé, les échafauds deviennent inutiles, mais on n'aurait pu l'élever sans leur secours » (p. 44). Newton a tort de renoncer à élaborer des hypothèses pour tenter d'assigner une cause à l'attraction. Par deux fois, Le Ru pousse peut-être les choses un peu loin : « Einstein a suivi les conseils d'Émilie du Châtelet et a cherché à fonder l'attraction » (p. 187), et lorsqu'elle établit une analogie entre le concept d'énergie défini par le produit de la masse par le carré de la vitesse de la lumière et la « vis viva » (p. 25). Par ailleurs, je dois signaler que « Einstein » ne se trouve pas dans l'Index des noms (p. 202). (B) Critique de l'argument d'autorité : « Lorsqu'on a l'usage de la raison, il ne faut en croire personne sur parole, mais il faut toujours examiner par soi-même, en mettant à part la considération qu'un nom fameux emporte toujours avec lui » (p. 43). (C) Conception positive de l'erreur et du progrès des sciences par succession d'hypothèses rectifiées : « Il y a des vérités inconnues comme des pays, dont on ne peut trouver la bonne route qu'après avoir essayé toutes les autres. Ainsi, il faut nécessairement que quelques-uns risquent de s'égarer, pour marquer le bon chemin aux autres : ce serait donc faire un grand tort aux sciences, et retarder infiniment leur progrès que d'en bannir avec quelques philosophes modernes, les hypothèses (...) mais si l'incertitude où l'on est, sur lequel de ces chemins est le bon, était une raison pour n'en prendre aucun, il est certain qu'on n'arriverait jamais ; au lieu que lorsqu'on a le courage de se mettre en chemin, on ne peut douter que de trois chemins, dont deux nous ont égarés, le troisième nous conduira infailliblement au but » (pp. 46-47). Ici la marquise décrit un véritable *Ars Inveniendi* et, pour en tirer profit, sagacité et flexibilité de l'esprit doivent être de la partie.

Les *Institutions de physique* et sa traduction et commentaires des *Principia* étaient connues des Encyclopédistes et Le Ru fait de d'Alembert une sorte de plaque tournante qui aiguille — avec vraisemblance — la pensée scientifique de la marquise vers Poincaré et Claude Bernard. Pour ma part, j'ai du mal à y découvrir la moindre trace chez Bachelard dont le nom revient souvent sous sa plume. Par contre, j'aimerais rappeler quelques pages d'un discours de Pierre Duhem adressé aux étudiantes de l'Université de Bordeaux : « Le soir, après les heures passées à combiner des équations ou bien à déchiffrer un manuscrit, j'aime à relire certaines *Institutions de Physique* qui furent imprimées en 1740. Au cours des chapitres dont une fine gravure sur cuivre marque l'en-tête, je suis l'exposé des premiers principes de la mécanique ; je les vois se développer, produire, avec Newton les grandes lois du système du Monde, conduire Leibniz à l'une des doctrines métaphysiques des plus profondes qu'on n'ait jamais conçues ; un discours limpide coule d'une proposition à l'autre ; elles s'assemblent comme d'elles-mêmes, sans aucune peine, sans aucun apprêt ; cette gerbe de belles pensées rappelle les bouquets de fleurs que les peintres d'alors jetaient, avec une négligence si habile, entre les doigts des dames dont ils traçaient le portrait ; et l'auteur des

Institutions de Physique avait, j'imagine, les fines mains qu'il faut pour tenir un tel bouquet, car elle s'appelait Gabrielle-Émilie de Breteuil, marquise du Chastelet. Quand je ferme les *Institutions de Physique* de M[me] du Chastelet, je songe parfois : Comme c'est féminin ! Plus souvent je pense : Comme c'est français ! Il me semble, en effet, que l'intelligence française est essentiellement féminine »[1].

Godofredo Iommi Amunátegui
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Barilier (Étienne), *Leonhard Euler : la clarté de l'esprit*. – Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes, 2018. – 168 p. – (Savoir suisse). – 1 vol. broché de 12 × 18 cm. – 14.90 €. – isbn 978-2-88915-252-0.

Ce petit livre est épatant et son auteur doit être remercié : grâce à lui, désormais, quelques heures suffisent pour découvrir la vie, l'œuvre et la personnalité de Leonhard Euler, figure à ce point imposante de l'histoire des sciences qu'on aurait cru forcément nécessaire de multiplier les lectures érudites pour y parvenir. Car ce scientifique bâlois ne fut pas seulement le mathématicien le plus prolifique qu'il y eut jamais et le physicien le plus influent de son époque, il fut aussi un homme discret au caractère relativement insaisissable et dont la carrière connut de surcroît d'étranges tours et détours.

Ce sont d'ailleurs les raisons de ses choix professionnels — dont de semblables auraient effectivement de quoi surprendre aujourd'hui — qu'Étienne Barilier a d'abord le grand mérite de mettre en lumière : celles qui le firent rester dans sa ville natale jusqu'à l'âge de vingt ans et celles qui l'amenèrent ensuite à s'installer à Saint-Pétersbourg dès 1727, puis celles pour lesquelles il accepta de travailler à Berlin de 1741 à 1766 et celles, enfin, qui le poussèrent à retourner à Saint-Pétersbourg où il mourut en 1783. De même, et sans jamais ennuyer, l'auteur parvient à faire percevoir la nature des relations qu'entretenait ce scientifique exceptionnel avec ses principaux collègues (Bülfinger, Delisle, Duvernoy, Kraft, Daniel et Nicolas Bernoulli, Goldbach…), ses employeurs et mécènes successifs (Catherine I de Russie, Frédéric II de Prusse et Catherine II de Russie) ainsi que ses proches (ses deux épouses et ses fils). Mais le plus étonnant est assurément que ce romancier, qui n'est pourtant ni mathématicien ni scientifique, réussit en outre l'exploit de donner une idée, certes superficielle, mais néanmoins exacte et compréhensible, des principales contributions aux mathématiques (théorie des séries, calcul différentiel et intégral, théorie des nombres, topologie…), aux sciences (mécanique, astronomie, théories du son et de la lumière, optique…) et aux techniques (musique, écoulement des fluides, construction navale, vol des ballons aérostatiques…) de ce scientifique d'exception. Mieux encore : il parvient, à partir d'indications parfois fort minces, à reconstituer la conception que celui-ci se faisait des rapports que devaient selon lui entretenir science et foi, recherche scientifique et diffusion de ses résultats, science pure et science appliquée. Et il nous gratifie même d'un audacieux, mais très éclairant, parallèle entre ce savant et Jean-Sébastien Bach, ce génie d'un tout autre genre

1. Duhem, P. (1916). Discours de M. Duhem. Dans *Groupe catholique des étudiants de l'Université de Bordeaux. Année 1915-1916. Compte rendu de l'Assemblée générale du 25 juin 1916* (pp. 11-18). Bordeaux : Imprimerie nouvelle F. Pech & C[ie].

qu'il aurait effectivement pu croiser à la cour de Prusse et dont certains traits rappellent bel et bien nombre des siens.

Bref, nous ne pouvons que recommander la lecture de ce livre qui ne paie décidément pas de mine puisque, en plus d'être fort intelligemment composé et remarquablement documenté, il a aussi cette qualité trop rare d'être très bien écrit.

Bertrand Hespel
Université de Namur

Bert (Jean-François), *Comment pense un savant ? Un physicien des Lumières et ses cartes à jouer*. – Paris : Éditions Anamosa, 2018. – 221 p. – 1 vol. broché de 12 × 19 cm. – 20,00 €. – isbn 979-10-95772-44-6.

Jean-François Bert a composé un ouvrage hors du commun. En effet avec dextérité et clairvoyance il y considère un jeu dont l'enjeu est une vie. En l'occurrence celle du savant genevois Georges-Louis Le Sage (1724-1803) qui laissa à sa mort près de 35.000 cartes à jouer sur le verso desquelles « il se détermina à tout écrire ». Pierre Prevost (1751-1839), son élève et son héritier en physique, ajoute : « Ces cartes insérées par ordre dans de petits sacs de papier sous les titres convenables, furent distribuées dans des boîtes ou portefeuilles soigneusement étiquetés » (pp. 16-17). Qui plus est, Bert précise : « La mise en fiche requiert la mobilisation du corps et de l'esprit, du savoir et du savoir-faire. C'est toute la vie de Le Sage qui finira par coïncider avec celle de son fichier » (p. 27). Il est opportun de donner la parole au physicien suisse : « Que : puisque je me perdois moi-même, dans ce Labyrinthe irrégulier de petits Faits qui me concernent ; et que je n'ai pû [sic] m'en tirer, qu'en les rangeant d'abord suivant l'ordre de leurs Dates... » (p. 112). L'existence devient ainsi un recueil infini de faits et de gestes, de *marginalia* sans hiérarchie apparente. « Le livre qui décrirait un homme en toutes ses anomalies serait une œuvre d'art comme une estampe japonaise où on voit éternellement l'image d'une petite chenille aperçue une fois à une heure particulière du jour »[1]. Il en va de même dans le cas du *scholar* suisse. Sous sa plume, la singularité du quotidien est de mise. La moindre minutie subit une métamorphose. À ce propos, Marcel Schwob, j'imagine, ne croyait pas si bien dire : « L'art est à l'opposé des idées générales, ne décrit que l'individuel, ne désire que l'unique. Il ne classe pas ; il déclasse » (*op. cit.*, p. 10). Songeant à ses notes qui font volume, Le Sage remarque : « Titre modeste ; que pourrai employer pour des Fragments irreguliers de mes Ouvrages abandonnés. Lambeaux » (p. 89). Au jour le jour, lambeaux de sa vie ébauchés sur le verso des cartes. Je pense à Valéry. Lui aussi, des années durant (1894-1945), entre quatre et sept ou huit heures du matin accumule des notes : « Essais, Esquisses, Études, Ébauches, Brouillons, Exercices, Tâtonnements... Faut-il écrire, dicter ces lambeaux, ces mélanges de faux et de vrai ? »[2]. Les mêmes mots ou presque du savant. Les 26.600 pages des Cahiers, les milliers de cartes à jouer de Le Sage s'amoncellent sur les plateaux d'une balance « imaginaire ». Nul équilibre pourtant. Dans « les choses de l'esprit », la symétrie est brisée. Par définition.

1. M. Schwob, *Vies imaginaires*, Paris : Gallimard, 1957, p. 11.
2. P. Valéry, *Cahiers I*, Paris : Gallimard, 1973, p. 177.

Revenons à la physique. Henri Poincaré résume la Théorie de Le Sage. « Supposons que, dans les espaces interplanétaires, circulent dans tous les sens avec de très grandes vitesses, des corpuscules très ténus. Un corps isolé dans l'espace ne sera pas affecté, en apparence, par les chocs de ces corpuscules, puisque ces chocs se répartissent également dans toutes les directions. Mais si deux corps A et B sont en présence, le corps B jouera le rôle d'écran et interceptera une partie des corpuscules qui, sans lui, auraient frappé A. Alors, les chocs reçus par A dans la direction opposée à celle de B n'auront plus de contrepartie, ou ne seront qu'imparfaitement compensés, et ils pousseront A vers B » (p. 11). Suivant le conseil de L. Euler, Le Sage appelle ces particules, « corpuscules ultramondains ».

Le titre de Jean-François Bert, *Comment pense un savant*, découvre et cache à la fois l'*Ars Inveniendi* du physicien : « Le lit, avec les toilettes, était l'un des seuls endroits de la maison où il lui était possible de méditer sans être constamment dérangé par ses parents. Un lit-refuge : durant la nuit du premier janvier 1747 il arriva à déduire seul la loi de Newton et le choc des atomes, aux premières heures de ce petit matin de 1759 il constate après une nuit difficile l'existence des fluides élastiques » (p. 160). Le Sage lui-même n'en dit pas moins : « Situation de mon corps ; que j'ai éprouvé être la plus propre, à la mémoire et à l'invention. C'est d'avoir la Tête renversée et plus basse que le reste du corps » (p. 162). En vieillissant, le travail devient plus difficile : « J'ai eu besoin toute ma vie, d'échaffaudages [sic] et autres artifices, pour me monter à travailler sur un sujet quelconque... depuis que je suis sexagénaire : ces préparatifs indispensables, sont devenus si longs qu'ils remplissent souvent tout l'intervalle de mon lever à mon diner, et presque tout celui qui s'écoule depuis la digestion de mon diner (laquelle exige quatre heures d'inaction) jusqu'à mon Souper » (p. 18). Les jours tournent en rond, l'ennui vient. La vie de Le Sage se situe au croisement de quelques rues du vieux Genève. Lui, qui jadis avait accueilli chez lui, des « illustres personnages », La Condamine, d'Alembert, Lalande, Volta, se sent, de plus en plus, exclu. « Pourquoi le succès n'est-il pas venu ? » (p. 197). Bert pose la question au seuil de la fin de son livre. Sa réponse/conclusion est juste : « Le Sage a certainement été un scientifique, un grand scientifique mais d'une science anticonformiste qui prenait au sérieux l'accumulation des données, l'explication causale des phénomènes, et la mise en place d'hypothèses, bien plus que la codification de la connaissance ou la rationalisation du processus de production d'un savoir que l'on désignerait aujourd'hui de "scientifique" » (p. 211). À mon avis, on pourrait y ajouter une nuance. Le Sage dit : « Le passage de l'abstrait au concret, de la rigueur à l'à-peu-près, et du démontré au probable (sans donner cependant, dans le vague, l'inexact et l'incertain) ; est certainement beaucoup plus complexe, plus délicat, et plus susceptible de méprise ; que ne le sont les simples déductions des Mathématiques pures... Ce sont ces Passages qu'on enseigne le moins, dans les Auditoires et dans les Livres » (p. 172). Tout d'abord, il est évident que la phrase « Le passage de la rigueur à l'à-peu-près » renverse le sens du titre fameux de Koyré : *Du monde de « l'à-peu-près » à l'univers de la précision*. D'autre part, tout indique que le savant favorise un passage de « l'esprit de géométrie » à « l'esprit de finesse ». Ses contemporains les plus avisés, sans doute, devinent ce tournant et s'en détournent. En l'an de grâce 2019, nous en sommes, semble-t-il, au même point. Le Sage est toujours à rebours. Valéry écrivait : « Personne n'a exprimé ni peut exprimer cette étrangeté : exister » (*op. cit.*, p. 137). Le physicien genevois,

malgré lui, n'a rien fait d'autre. Exister. C'est pourquoi sa vivisection quotidienne est si émouvante. Faites vos jeux, rien ne va plus.

Godofredo Iommi Amunátegui
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

De l'éternité à nos jours : l'hypothèse astronomique de Louis-Auguste Blanqui / essais réunis par Lisa Block de Behar. – Paris : Honoré Champion, 2019. – 184 p. – (Bibliothèque de littérature générale et comparée, 160). – 1 vol. broché de 15,5 × 23,5 cm. – 19,00 €. – isbn 978-2-7453-5147-0.

Quel livre singulier que *L'éternité par les astres : hypothèse astronomique* ! Singulier tout d'abord par son auteur : même si — bien que les contributeurs ne le soulignent guère — les analogies établies entre cosmologie et politique sont, depuis des siècles, monnaie courante, rien ne semblait prédestiner le stratège de l'insurrection Louis-Auguste Blanqui (1805-1881) à délaisser la véhémence de ses diatribes politiques pour rédiger un traité astronomico-métaphysique dont le statut est assurément incertain, mais au sein duquel il parvient néanmoins à faire preuve de maîtrise scientifique et de retenue méthodologique. Singulier ensuite par son contexte : rédigé en prison, publié en 1872, l'ouvrage devance d'une décennie la théorie nietzschéenne de l'éternel retour et pourrait même faire office de précurseur à la mode actuelle des multivers. Singulier enfin par l'importance du paradoxe qui l'habite : comment soutenir, toute sa vie durant, la nécessité d'une action humaine destinée à transformer la société tout en concevant l'univers comme étant inexorablement condamné, du moins en première approximation, à la répétition éternelle du même ?

Cette curieuse « hypothèse astronomique » de la duplication infinie des mondes et des êtres aura du moins sans doute permis à son auteur de surmonter l'adversité qui fut la sienne — l'« Enfermé », comme on le surnomme, passa presque la moitié de sa vie en prison — non seulement en l'extirpant par la pensée de son cachot — tous les commentateurs le rappellent, sans pour autant y déceler la trace du *topos* platonicien de la *status rectus* —, mais aussi en lui permettant de croire que la vie qu'il est en train de vivre — celle d'un prisonnier en train d'écrire un opuscule dans un cachot —, loin d'être singulière, est au contraire répétée à l'infini par d'autres lui-même sur d'autres Terres — d'où l'éternité revendiquée malgré la mortalité de celle qui est actuellement la sienne. Pour éviter l'éternel retour du même, qui ne serait guère de nature, dans son cas, à apporter la consolation annoncée, il convient d'ajouter que ces vies dupliquées peuvent, au gré d'une bifurcation, se mettre à différer de la sienne. Or, comme le nombre de ces autres vies est infini (puisque l'univers lui-même est éternel et infini), de telles bifurcations se produiront nécessairement et donneront lieu, tout aussi nécessairement, à toutes les conséquences biographiques possibles et imaginables. Par conséquent — et au risque d'achever la pensée de l'« Enfermé » — au moins une fois s'est déjà réalisé, est en train de se réaliser ou bien se réalisera, mais ailleurs, une vie plus satisfaisante que celle qu'il lui est donné de vivre ici et maintenant. Cette soi-disant immortalité, acquise par la répétition infinie du même, permet donc également que soient actualisées, au moins une fois, toutes les potentialités qui n'ont pu l'être dans cette vie-ci. Voilà de quoi relativiser l'importance des échecs actuellement endu-

rés. De l'évasion donc, de la compensation sans doute, et assurément pas mal de mélancolie et de nostalgie cachées sous une bonne dose d'ironie.

Bien que le sous-titre de l'ouvrage de Blanqui soit *Hypothèse astronomique* et que cette expression figure également dans le sous-titre du volume ici analysé, celui-ci privilégie l'écrivain et le révolutionnaire au détriment de l'autodidacte qui, avec rigueur et sérieux, s'est informé sur les connaissances de son temps auprès de Laplace avant de tirer parti de la récente mise en évidence, par l'analyse spectrale des étoiles, du nombre limité des éléments chimiques constitutifs de l'univers. Aussi, l'intérêt de ce volume collectif est-il fort limité pour l'historien de la pensée astronomique, quand bien même celui-ci serait-il particulièrement attentif aux considérations philosophiques et même « métaphysiques » — puisque tel est le terme employé par Blanqui lui-même — que d'aucuns ont cru pouvoir tirer de cette discipline. Nous nous contenterons donc d'épingler quatre contributions sur les treize que comporte le volume. Celle qu'il convient de lire en premier est de Márcio Seligmann-Silva : en trois ou quatre pages, elle rappelle très clairement non seulement le contexte politique — l'ouvrage de Blanqui a été écrit un an après la Commune de Paris —, mais également la manière dont il croit assurer l'éternité par les astres. On pourra lire ensuite la contribution de Daniel Lefort qui évoque notamment son recours (critique quant à la forme du récit) à l'*Exposition du système du monde* de Laplace. Enfin, sauf à supposer que les intérêts de l'« Enfermé » sont hétéroclites, il conviendra d'aborder la question essentielle qui s'impose à tous les commentateurs, à savoir celle de l'éventuelle unité qui relie ses engagements politiques et ses spéculations cosmologiques. On pourra lire, à ce propos, les communications de Frank Chouraqui et d'Andrés Claro.

Terminons en soulignant que le livre singulier de Blanqui nous révèle un XIX[e] siècle qui l'est tout autant : loin du cliché d'un âge sereinement scientiste, on y voit — à l'instar d'un Auguste Comte ou d'un Camille Flammarion — un Auguste Blanqui assurément « sans dieu ni maître », mais néanmoins soucieux de garantir aux êtres humains qu'ils ne sont pas appelés à disparaître totalement ; loin d'un siècle foncièrement optimiste, on y découvre un « Enfermé » contestant, par sa répétition du même et ses bifurcations imprévisibles, l'idéologie d'un progrès inexorable.

Jean-François Stoffel
Haute école Louvain-en-Hainaut

Ginoux (Jean-Marc), *Pour en finir avec le mythe d'Albert Einstein*. – Paris : Hermann, 2019. – 302 p. – 1 vol. broché de 15 × 21 cm. – 23,00 €. – isbn 979-10-370-0101-6.

Si l'on peut *a priori* se méfier de l'intention d'un tel titre — « pour en finir » —, *a posteriori* la lecture de ces trois cents pages très bien enlevées sur le « mythe d'Albert Einstein » est plus que justifiée, même pour les spécialistes, et elle ne peut bluffer les non-experts, c'est-à-dire les laisser sans opinion finale. Car Jean-Marc Ginoux, avec allant, suit une méthode très sûre : il met en scène des documents datés — lettres, textes scientifiques, mémoires, articles journalistiques — tous traduits en français, et choisit dix thèmes, qui sont autant de questions moins posées à Einstein en fait qu'à l'historiographie même du « père de la relativité », et donc à un savant dont la célébrité mondiale fut en quelque sorte une

première, à la foi fardeau et bien sûr avantage dont il sut tirer parti. Magnifiquement dans ce récit s'il y a distinction, il n'y a pas séparation du monde scientifique et du monde tout court, car le fond général est l'usage de la célébrité. Ainsi le thème « Einstein pacifiste », qui fait le troisième chapitre, se trouve-t-il inséré entre un chapitre sur la relativité restreinte avec la question de la « priorité » de Henri Poincaré qui est magistralement traitée en bien peu de pages, et un chapitre sur la relativité générale qui est tout à fait lisible par un néophyte. Il était normal, après les informations de ces dernières années, qu'on ait un chapitre « Einstein et les femmes », moins évident qu'on en ait un autre « Einstein et la famille » et bien classique au fond qu'on ait un « Einstein et la religion ». Je regrette seulement qu'il n'y ait pas un chapitre sur Einstein et la judéité, qui n'est pas à confondre avec la religion. Le choix remarquable de longues citations, tirées de sources très diverses, ne crée pas de véritables anachronismes, sauf peut-être une précision sur le nazisme du prix Nobel Lenard qu'il ne pouvait connaître au moment dont on en parle à propos d'Einstein, soit dans les années 1920, alors que l'antisémitisme de Lenard était alors connu. L'auteur réussit le tour de force de ne pas user de formules mathématiques, mais quelquefois elles sont obligées par une citation, et une fois au moins il y a bête erreur matérielle (page 130 il faudrait un / pour une division sur la première valeur de la déflexion angulaire) : elle correspond à cette maladresse des traitements de textes qui ne savent pas écrire aisément une fraction, et à la page suivante il a d'ailleurs fallu user de la version anglaise à ce propos. Ceci dit, et en comparaison de tant d'ouvrages actuels, la présentation a été très soignée par les éditions Hermann, et il n'y a pratiquement pas de coquilles, et un index des noms est remarquable. Je reviens en dernier sur la présentation par de souvent longues citations pour indiquer qu'en fait on n'a pas un auteur distancié au point d'être indifférent et n'est pas présentée une sorte de dossier sans enjeux : Jean-Marc Ginoux intervient de façon nette dans des sortes de conclusions bien structurées à la façon des livres d'histoire comme le Malet et Isaac, et aussi bien elles sont discutables, mais avec des éléments précis. De sorte que la célèbre photographie d'Einstein tirant la langue aux journalistes n'apparaît plus comme une anomalie, mais au fond comme le jeu de quelqu'un cultivant fondamentalement l'anticonformisme à l'allemande, qui ne saurait être confondu avec l'excentricité à l'anglaise. Car, au terme de cette lecture, l'individualisme d'Einstein n'est pas une attitude irréfléchie ou primesautière, mais souvent le fruit d'un long processus présenté comme proprement personnel au cours duquel l'avis de bien d'autres, même en science, semble avoir subi le tamis d'une critique aboutissant à un choix, souvent réversible. J'invite vivement à la lecture de ce beau livre excitant dont la science n'est pas absente, car présentée avec le souci de ne pas jargonner.

Jean Dhombres
Centre national de la recherche scientifique &
École des hautes études en sciences sociales

Philosophie des sciences

Hossenfelder (Sabine), *Lost in Maths : comment la beauté égare la physique* / traduit de l'anglais (États-Unis) par Raymond Clarinard. – Paris : Les Belles Lettres, 2019. – 344 p. – 1 vol. broché de 14 × 21 cm. – 19,50 €. – isbn 978-2-251-44931-9.

Les quatre interactions fondamentales connues à ce jour en physique sont modélisées d'une part par la relativité générale, une théorie classique de la gravitation formulée en 1915, et d'autre part par le modèle standard, une théorie quantique des champs décrivant les interactions électromagnétiques, faible et forte, dont la formulation remonte aux années 1970. Depuis leur création, ces deux théories ont été testées expérimentalement et validées avec un très haut degré de précision ; pensons notamment aux détections du boson de Brout-Englert-Higgs au LHC en 2012 et des ondes gravitationnelles par l'expérience LIGO en 2016.

Les physiciens ne considèrent pas pour autant que leur science est achevée : dès les années 1980 ont fleuri de nouveaux formalismes visant à décrire la gravitation au niveau quantique (théorie des cordes par exemple), à unifier toutes les interactions du modèle standard (théories de grande unification), à relier particules de matière et bosons de jauge via la supersymétrie… Ces brillantes intuitions théoriques se heurtent à un obstacle de taille : malgré des décennies de recherches, aucune évidence expérimentale ne peut à ce jour invalider le modèle standard ou la relativité générale au profit de ces idées nouvelles.

Pour certains chercheurs, il s'agit simplement d'un nouveau paradigme : la physique fondamentale peut évoluer sans résultats expérimentaux, avec la cohérence mathématique — voire *l'élégance* mathématique — pour seul guide. Pour d'autres, dont Sabine Hossenfelder, chercheuse dans le domaine de la gravitation quantique et active dans la diffusion des sciences via le blog http://backreaction.blogspot.com/, la physique connaît au contraire une véritable crise. Sa thèse, défendue dans l'ouvrage *Lost in Maths*, est annoncée en sous-titre : *Comment la beauté égare la physique*.

Ce livre est construit à la manière d'un récit de voyage. Chaque chapitre contient le compte rendu d'un entretien entre l'auteure et un physicien théoricien de renom (N. Arkani-Hamed, S. Weinberg, F. Wilczek, …) invariablement basé sur une question lancinante : en l'absence de donnée expérimentale, les physiciens construisent leurs théories sur des arguments de *simplicité*, de *naturel* ou de *beauté*. Ces critères ne sont-ils tout simplement pas non-scientifiques et, en conséquence, ne conduisent-ils pas la physique dans l'impasse « des maths empilées sur des maths » (p. 268), soit de la déconnexion au réel ? En filigrane, Sabine Hossenfelder appelle les physiciens à une certaine modestie : la Nature est peut-être belle, mais qui sommes-nous pour juger de ses critères de beauté ? Seule la *cohérence* mathématique est finalement un critère nécessaire, mais pas suffisant, pour favoriser certains modèles.

Qu'on ne s'y trompe pas : même si plusieurs paragraphes exposent les concepts clés de la physique moderne de manière non mathématique, cet ouvrage ne vulgarise pas la physique contemporaine. *Lost in Maths* ambitionne plutôt de vulgariser les questionnements épistémologiques générés par ses derniers développements. Il est d'ailleurs probable que seul un physicien ou un philosophe des sciences ayant une connaissance préalable des théories physiques citées ci-dessus sera à même d'apprécier l'enjeu de ces discussions. Une bibliographie bien étoffée permettra au lecteur intéressé d'approfondir ses réflexions sur le sujet.

Ce texte, sur le fond, aborde une question déterminante pour l'avenir de la physique : comment peut-elle évoluer sans résultats expérimentaux et sans pour autant se dénaturer ? Malheureusement, le lecteur n'aura pas de réponse à cette question : Sabine Hossenfelder se contente d'un portrait à charge de la physique contemporaine, les rares idées de solution étant reléguées dans les annexes de l'ouvrage. Ce souhait de n'aborder la physique que sous l'angle de la critique est finalement le principal reproche que l'on peut formuler à l'encontre de l'ouvrage. Certes, pouvoir envisager sa propre discipline avec un humour caustique est une qualité peu répandue, mais ce livre donne souvent au lecteur une impression désagréable : celle de n'être que l'exutoire d'une scientifique frustrée par son parcours dans la recherche. Trois phrases en guise d'exemple : 1°) « je comprends pourquoi il [N. Arkani-Hamed] est aujourd'hui si influent. Contrairement à moi, il croit en ce qu'il fait. » (p. 109) ; 2°) « Au cas où je vous aurais donné l'impression que nous comprenons les théories avec lesquelles nous travaillons, je suis désolée, mais ce n'est pas vrai » (p. 232) ; 3°) « Ne me faites pas confiance je suis scientifique. » (p. 272). De telles affirmations, malheureusement, décrédibilisent l'auteure : si crise il y a en physique, il y a fort à parier qu'elle sera résolue par des scientifiques critiques mais enthousiastes, et non par des polémistes !

Fabien Buisseret
Haute école Louvain-en-Hainaut

Scerri (Eric), *The Periodic Table : its Story and its Significance*. – 2^{d} edition. – New York : Oxford University Press, 2020. – 472 p. – 1 vol. relié de 16,5 × 24,5 cm. – £ 22,99. – isbn 978-0-19-091436-3.

Mis à jour pour coïncider avec le 150e anniversaire de l'article de Mendeleïev qui le rendit célèbre[1] grâce à la version robuste du tableau périodique des éléments chimiques qu'il présenta, cette seconde édition de *The Periodic Table* propose une version remaniée de l'ouvrage initial à travers l'introduction de quatre nouveaux chapitres dont deux émanent de chapitres antérieurs désormais scindés tandis que deux autres demeurent totalement inédits. Le chapitre dédié à la nucléosynthèse et, plus généralement, à l'astrophysique (pp. 281-298) offre ainsi une analyse plus méthodique de ce pan entier de la connaissance scientifique en écartant certains des sujets qui y figuraient auparavant afin de les regrouper dans les deux chapitres finaux qui traiteront respectivement des formes variées qu'ont pu prendre les différents tableaux périodiques à travers le temps (pp. 373-406) ainsi que des agencements qui restent actuellement possibles entre les cases de ce même tableau et qui échappent notamment à une description purement électronique des éléments (pp. 407-420). Parallèlement à ces remaniements internes, Scerri présente également deux nouveaux chapitres au lecteur : le premier envisage les sept éléments qu'il reste à découvrir entre l'hydrogène et l'uranium (pp. 299-346) alors que le second passe en revue les éléments fraichement découverts qui ont permis de compléter la septième rangée du tableau périodique (pp. 347-372). Notons enfin que le chapitre traitant de la description quantique du tableau inclut dès à présent les dernières recherches relatives à l'occupation et à l'ionisation de certaines orbitales atomiques (pp. 249-280). Vous l'aurez compris, il s'agit là d'un ouvrage s'adressant avant tout à cette catégorie de chimistes avertis qui s'intéressent en outre aux

1. Mendeleïev, D. (1869). La loi périodique des éléments. *Moniteur scientifique*, 21, 691-735.

questions historiques, épistémologiques et parfois métaphysiques qui entourent leur discipline. À cet effet, certains prérequis concernant des notions fondamentales de chimie (par exemple, la masse et le numéro atomique ou encore la constitution des groupes d'éléments et leur périodicité liée à leur structure électronique) seront nécessaires afin de comprendre les propos de l'auteur qui lie souvent ses descriptions historiques et conceptuelles à des démonstrations plus ou moins techniques issues de la science chimique actuelle.

Après quelques brèves considérations relatives aux conceptions présocratique et aristotélicienne des éléments, l'ouvrage de Scerri entre directement dans le vif du sujet pour envisager la constitution et, surtout, le rôle que joue le tableau périodique des éléments, « l'une des icônes les plus puissantes de la science » (p. xv) qui n'a d'ailleurs pas d'égal que ce soit en biologie ou en physique. Nous apprenons ainsi que malgré des siècles d'évolution, ce tableau, qui vise à classifier les constituants ultimes de la matière, loin d'avoir été falsifié (au sens poppérien du terme), est resté identique dans son essence. La raison d'une telle persistance à travers l'histoire, nous dit l'auteur, est à trouver dans son intérêt éminemment pratique qui permet toute une série de prédictions concernant les propriétés chimiques et physiques des éléments telles que la manière dont ceux-ci se lient entre eux (p. 26). Mais contrairement à une image qui a la vie dure en sciences, l'idée de périodicité n'émane pas de Mendeleïev lui-même (p. 77). Et l'un des buts de l'ouvrage est justement de montrer, contre Kuhn et sa « structure des révolutions scientifiques »[1], que l'émergence de cette loi *typiquement* chimique (si tant est que l'on puisse parler de « loi », sujet qui reste débattu dans la communauté scientifique et philosophique) émane plutôt d'une continuité entre différents protagonistes que d'une rupture radicale entre tenants de la « science normale » — certains, comme De Chancourtois, étant aussi inséparables qu'oubliés par l'histoire du tableau périodique. C'est ici qu'apparaît alors l'enjeu majeur du livre. Car soutenir le caractère typiquement chimique de la périodicité des éléments, c'est défendre l'autonomie de la chimie face à un réductionnisme physicaliste croissant qui prend la forme d'une opposition entre une science fondamentale (*grosso modo* la physique qui établit l'existence d'entités ontologiques élémentaires) et les différentes « sciences spéciales » (comme la biologie et la chimie, mais aussi la psychologie, qui étudient les organisations complexes entre ces entités élémentaires), tout en réduisant les secondes à la première. Cette résistance au réductionnisme de la physique, et plus particulièrement de la mécanique quantique, traverse l'entièreté du livre avant de culminer au chapitre 9 (pp. 249-280) où l'auteur montre que le tableau périodique continue de défier l'ingéniosité des physiciens et des chimistes quantiques. Car si la théorie quantique moderne est pertinente pour expliquer certaines propriétés des éléments, elle n'est finalement qu'une représentation théorique du système périodique (p. 276). Scerri montre également que, contrairement au domaine de la physique, le raisonnement à l'œuvre dans les sciences chimiques est de type inductif plutôt que déductif, ce qui par conséquent explique certaines des erreurs commises par Mendeleïev dont la méthode consistait à calculer le poids atomique des éléments et à prédire de nouvelles propriétés élémentaires par interpolation seulement (p. 155).

Que faut-il donc retenir de cette seconde édition de *The Periodic Table* ? Fruits d'une érudition conséquente et richement illustrés par une série de tableaux, de schémas et de

1. Kuhn, T. (1972). *La structure des révolutions scientifiques*. Paris : Flammarion. (édit. orig. : 1962).

photographies diverses (dont certaines proviennent d'archives ou de collections prestigieuses), les quatorze chapitres du livre de Scerri s'articulent à travers une panoplie d'exemples relativement techniques qui parleront principalement aux spécialistes — à savoir les chimistes ou les philosophes de la chimie — là où les « généralistes » — comme les philosophes des sciences — pourront se sentir soit dépassés, soit déçus de voir que la majorité des questions philosophiques traitées dans ce livre concernent le réductionnisme physicaliste qui guette la science chimique en n'abordant que très sommairement la question du réalisme dans les sciences exactes.

Geoffroy De Brabanter
Université de Namur

Borghini (Andrea) - Casetta (Elena), *Brill's Companion to the Philosophy of Biology : Entities, Processes, Implications*. – Leiden ; Boston : Brill, 2019. – 267 p. – (Brill's Companions to Philosophy, 4). – 1 vol. broché de 16,5 × 24,5 cm. – 132 €. – isbn 978-9004-38308-1.

Les personnes intéressées par les questions philosophiques soulevées par la biologie trouveront dans cet ouvrage de quoi satisfaire leur curiosité et également de quoi l'accroître. *Brill's Companion to the Philosophy of Biology* constitue, comme son nom l'indique, un véritable compagnon, fiable et pertinent, pour entreprendre un voyage dans ce domaine fascinant et pourtant parfois méconnu de la philosophie des sciences.

Les différents sujets abordés dans ce livre constituent le cœur des questions principales de philosophie de la biologie. Bien sûr, des choix ont dû être faits et la liste de ces sujets n'est par conséquent pas exhaustive. La pertinence des choix réalisés nous permet tout de même de ne pas ressentir de frustration par rapport aux sujets laissés de côté. La vie, les organismes, les espèces, l'évolution darwinienne ou la biodiversité font partie de ces sujets cruciaux et spécifiques présentés et analysés avec maestria. Cet ouvrage est publié dans une collection, *Brill's Companion*, dont l'objectif est de proposer, dans divers domaines, des analyses poussées permettant de comprendre rapidement et clairement un sujet, afin de donner un maximum d'outils et de pistes pour y entreprendre des recherches. Il s'agit en somme de fournir un outil pragmatique nous guidant, dans ce cas-ci, dans les eaux grouillantes et vivifiantes de la biologie. C'est une vraie carte, manipulable à souhait, possédant divers niveaux de lecture, mais présentant toujours clairement le tracé des chemins.

L'impressionnante quantité de savoirs acquis par les auteurs de l'ouvrage à propos des avancées de la biologie contemporaine permet de se situer au plus près des connaissances scientifiques sur les thématiques abordées. Les thèmes, même s'ils sont pour la plupart génériques à la biologie, et de ce fait assez atemporels — comme la question fondamentale de la vie — sont utilement actualisés. Les articles et ouvrages cités regroupent autant des classiques que des articles très récents. On trouve une vraie richesse dans les sources reprises à la fin de chaque chapitre, proposées comme lectures « pour aller plus loin ». Cet ouvrage convient donc autant aux novices qu'aux confirmé·e·s, chacun·e l'utilisant de la manière la plus appropriée à son savoir. Si l'on n'en connait que peu sur le sujet, le tout est présenté de façon assez claire et percutante pour ne pas nous perdre au fil de la lecture. Le langage

est simple et illustré de situations facilement compréhensibles. Si, par contre, nous sommes déjà rompu·e·s à ces questions, une lecture et une utilisation plus poussées de l'ouvrage sont également possibles.

En ce qui concerne la structure du livre, elle est thématique. Trois grandes parties, que l'on retrouve dans le sous-titre du livre — entités, processus et implications —, sont chacune divisées en trois ou quatre thèmes représentatifs. La partie « entités », par exemple, interroge les concepts de biodiversité, d'espèces, d'organismes et d'individus. On comprend très vite en quoi ces termes peuvent être problématiques, ainsi que les raisons pour lesquelles la capacité d'analyse conceptuelle propre à la philosophie est plus que bienvenue. Toutes les thématiques sont abordées depuis le point de vue des philosophes, mais sans rester à la surface de connaissances biologiques qui risqueraient alors d'être trop vulgarisées. L'idée n'est donc pas de se tenir dans la tour d'ivoire de la philosophie, surplombant la pratique scientifique sans en saisir la rigueur et les spécificités, ni, à l'inverse, de se perdre dans des détails techniques saupoudrés de questions existentielles. Les auteurs évitent ces extrêmes, préjudiciables aux deux disciplines dont ils essaient justement de présenter et d'exploiter la fructueuse rencontre. Les apports sont d'ailleurs réciproques, comme cela est exprimé dans l'introduction. La biologie est une source riche de questionnements philosophiques, et le traitement de ces questions par la philosophie peut être d'une grande utilité pour les biologistes. Même si cet ouvrage semble s'adresser d'abord à des philosophes, il est tout à fait profitable à des biologistes de s'y plonger.

Au-delà de la clarté du propos, la manipulation de l'ouvrage est encore facilitée par l'indépendance des chapitres. En effet, les thématiques se répondent et les liens entre celles-ci sont explicites tout en n'empêchant pas une lecture aléatoire qui restera limpide. Pour prendre un exemple, la question de l'individualité et celle de l'organisme sont étroitement liées. Il peut paraître difficile de discuter l'une sans l'autre. Pourtant, les deux chapitres traitant de ces questions se complètent sans se répéter, ce qui est tout à fait remarquable.

Enfin, il faut souligner l'ancrage sociétal dans lequel s'inscrit cet ouvrage tant la philosophie, la biologie et leurs rencontres ont des impacts non négligeables sur la société et la façon dont on pense le monde et y agit. Les questions cruciales du genre ou des biotechnologies, par exemple, sont à cet effet présentées avec brio. Cela nous permet d'en saisir les bases biologiques et leurs difficultés, les interrogations philosophiques soulevées ainsi que les conséquences sur nos représentations du monde. Tout cela est présenté sans prétention, avec le moins de partis pris possible, et ajoute un niveau de lecture presque politique à cet ouvrage. Je conclurai en réaffirmant ce qui s'est senti tout au long de ce compte rendu : il s'agit d'un livre riche et indispensable pour entrer et se déplacer efficacement et intelligemment en philosophie de la biologie.

Astrid Modera
Université de Namur

Sciences et religions

Pascal's Wager / edited by Paul Bartha and Lawrence Pasternack. – Cambridge : Cambridge University Press, 2018. – 335 p. – (Classic Philosophical Arguments). – 1 vol. broché de 17,5 × 24,5 cm. – £ 24,99. – isbn 978-1-316-63265-9.

« Les mêmes pensées poussent quelquefois tout autrement dans un autre que dans leur auteur : infertiles dans leur champ naturel, abondantes étant transplantées », écrivait Blaise Pascal dans son *Art de persuader*[1]. Quoiqu'on ne puisse absolument pas dire que la pensée de Pascal ait été infertile, il est néanmoins impressionnant de constater quel héritage peut avoir un argument dans l'histoire de la pensée.

Le présent ouvrage consiste en quinze études sur l'argument connu comme « le pari de Pascal » (identifié dans le fragment L418/S680[2] des *Pensées*). Il est organisé en trois parties dédiées respectivement au contexte historique de l'argument et à son influence postérieure, à l'exposition formelle et à l'évaluation de l'argument du pari, et enfin à la discussion de l'argument à la lumière de développements contemporains en théorie de la décision, des probabilités et de la croyance.

Il faut prendre en compte le fait que pour un philosophe anglophone le « pari de Pascal » est typiquement un argument de la théorie de la décision. Dans ce sens, l'introduction de l'ouvrage, écrite par P. Bartha et L. Pasternack, est très utile en ce qu'elle permet au lecteur non spécialiste d'être bien au fait des discussions contemporaines concernant cet argument. Elle présente des éléments fondamentaux de la théorie de la décision, le concept d'utilité infinie, ainsi que la formalisation de l'argument du pari par Hacking (1972), qui est reprise par plusieurs des auteurs du volume.

La diversité de ce recueil est une preuve intéressante de l'interpénétration, présente dans l'œuvre de Pascal, entre réflexions philosophiques et mathématiques. Il est fascinant de voir qu'un problème qui animait Pascal lui-même — comment faire référence à l'infini, y compris lorsqu'on parle de Dieu ? — continue à être traité rigoureusement par des philosophes et des mathématiciens contemporains. Si le fait que la plupart des chapitres adoptent une perspective formaliste n'est pas un problème *a priori*, néanmoins l'on peut regretter, dans la mesure où l'argument du pari porte en principe sur la question de croire ou non en Dieu, que les implications théologiques de l'argument n'aient pas été davantage approfondies dans plusieurs chapitres.

Les éditeurs du volume ont pris une décision intéressante en le faisant commencer par un chapitre critique à l'égard de l'approche adoptée par les autres études de ce même volume. J. Franklin souligne le fait que plusieurs des objections communément menées contre l'argument du pari ne s'appliquent pas au contexte d'origine de l'argument, qui n'était pas destiné à des philosophes (examinant des possibilités logiques), mais plutôt à

1. Pascal, B. (1991). *Œuvres complètes. Tome 3, 2e partie : Œuvres diverses de Blaise Pascal. Vol. 2 : 1654-1657* (texte établi, présenté et annoté par J. Mesnard). (Bibliothèque européenne). Paris : Desclée De Brouwer. Ici, p. 425.
2. Nous renvoyons aux éditions de Lafuma (L) et de Sellier (S).

des personnes qui devaient prendre des décisions réelles (considérant donc des possibilités réalistes). Selon Franklin, la variété d'hypothèses possibles considérée par la théorie de la décision contemporaine ne serait dès lors pas pertinente. En effet, plusieurs chapitres travaillent sur ce qui a été appelé des « *philosopher's fictions* » (Jordan, 2006), comme par exemple l'hypothèse de l'existence d'un Dieu qui ne donnerait une récompense infinie qu'à ceux qui ne croient pas en lui ! Quant à J. Jordan lui-même, il part, dans sa contribution, de William James pour proposer une version « hybride » de l'argument qui résisterait à certaines objections : en particulier, le concept d'« hypothèses vivantes » de ce dernier permettrait de ne pas tenir compte de certaines hypothèses pour le pari, bien qu'elles ne soient pas logiquement impossibles.

Cependant, en dépit d'une section intitulée « Contexte historique et influence », le chapitre de Franklin n'est pas accompagné, dans l'ouvrage, d'une réflexion suffisante sur le contexte historique et l'aspect théologique du pari. Certes, aussi bien W. Wood que P. Moser discutent, dans leurs chapitres respectifs, la doctrine janséniste de l'élection : le premier pour considérer comment le pari pourrait s'articuler à celle-ci ; le deuxième pour en faire une critique. Néanmoins, des réflexions sur le problème de ce qui constitue l'essence même du « jansénisme » manquent dans l'ouvrage. Dans une note, A. Buben (qui, dans son chapitre, considère de manière intéressante l'influence de l'argument du pari chez Kant, Kierkegaard et Nietzsche) fait référence au « mouvement janséniste, pour lequel Pascal avait une certaine affinité » (p. 88). Cette prudence historiographique et herméneutique à l'égard de certaines positions supposées (notamment entre Pascal et « le Jansénisme ») aurait également été souhaitable ailleurs dans le volume.

Cela dit, certaines études, tout en proposant des discussions contemporaines, examinent l'argument en rapport avec d'autres parties de l'œuvre pascalienne. En discutant l'applicabilité des probabilités infinitésimales à la croyance en Dieu, S. Wenmackers, par exemple, cite le fragment *Disproportion de l'homme* (L199/S230). En revanche, quoiqu'il ne soit pas demandé aux auteurs d'être spécialistes des écrits de Pascal, le manque de référence à certains passages fondamentaux de son œuvre relatifs à l'infini est à regretter : nous pensons par exemple au célèbre fragment dit « des trois ordres » (L308/S339), qui traite d'une « distance infiniment plus infinie » qu'une autre.

Plusieurs chapitres se confrontent à l'« objection de plusieurs dieux », à savoir le fait que Pascal n'aurait pas dû se limiter à l'alternative de croire ou non en l'existence de Dieu, mais considérer également la possibilité d'autres dieux. Pasternack répond à l'objection en partant de la notion de « contradiction performative » et C. Duncan, au lieu d'accepter une « utilité espérée infinie » (qui pose des problèmes à la comparaison des scénarios possibles du pari), propose de lui substituer l'idée d'une valeur finie, mais « arbitrairement grande ».

A. Hájek présente la formalisation de l'argument par la théorie de la décision et propose dix versions valables de l'argument du pari, ainsi que la possibilité de le rendre valide en changeant la règle de décision en question. Il considère encore un « quatrième argument » (en plus des trois identifiés par Hacking en 1972), du fait que Pascal discerne aussi, dans le fragment L418/S680, une valeur positive supérieure déjà dans la vie finie de celui qui croit (« je vous dis que vous y gagnerez en cette vie »).

Le volume comporte encore des approches qui concernent la relativité de la rationalité du pari à partir des études sociologiques empiriques sur la croyance (P. Saka) ; le manque d'authenticité, à partir de la perspective du judaïsme traditionnel, de la foi issue du pari (J. Golding) ; comment utiliser la théorie des jeux pour que l'argument du pari relève d'une décision prudente qui soit cohérente ? (E. Sober) ; la modélisation en théorie des jeux de l'argument du pari à l'aide d'un modèle dynamique de la croyance, ainsi qu'un traitement de l'argument par des « utilités relatives » (P. Bartha) ; l'inexistence d'un traitement mathématique satisfaisant de l'utilité infinie dans l'argument du pari jusqu'à présent (G. Oppy) et la possibilité que l'argument soit traité par des croyances « imprécises » (S. Rinard).

On voit que l'argument du « pari de Pascal » a pris une vie propre assez active. C'est ainsi que, dans son chapitre, Jordan peut définir les critères pour qu'un argument puisse être considéré comme un « pari pascalien ». Certes, les éditeurs y sont attentifs : leur choix de séparer le livre en trois parties fait justice à des développements philosophiques contemporains qui prennent l'argument du « pari de Pascal » plutôt comme point de départ que comme but. Nous pourrions quand même nous demander si le volume n'aurait pas pu être intitulé plus justement *Pascal's Wager and Pascalian Wagers*. Ceci dit, le lecteur tirera profit de cet ouvrage qui lui fera connaître plusieurs approches contemporaines sur la force de l'argument du pari.

João F. N. B. Cortese
Université de São Paulo & Laboratoire SPHERE (Paris)

Chinnici (Ileana), *Decoding the Stars : a Biography of Angelo Secchi, Jesuit and Scientific*. – Leiden : Brill, 2019. – (Jesuit Studies, 16). – 1 vol. électronique. – 140,00 €. – isbn 978-90-04-38733-1.

Angelo Secchi (1818-1878), jésuite italien, fut un astronome célèbre en son temps. On peut le considérer comme l'un des fondateurs de l'astrophysique moderne. Né dans une famille modeste, il fut vite repéré comme un esprit brillant. Physicien de formation, il s'intéressa davantage à la physique du ciel qu'à sa mécanique. Ce sont moins les positions et les mouvements des corps célestes qui retiennent son attention que leur composition chimique et leurs interactions. Il fut l'un des premiers à pratiquer la spectroscopie, ce qui le conduisit à établir une typologie des étoiles.

Ileana Chinnici, chercheuse à l'Institut national d'astrophysique de Palerme, auteure de plusieurs travaux en histoire de l'astronomie, présente une riche biographie de cette figure importante.

Le plan du livre est chronologique, certains chapitres s'arrêtant sur des questions particulières comme sa contribution à l'astrophysique et d'autres sciences, et les controverses dans lesquelles il s'est trouvé engagé. De nombreux documents illustrent le propos, en particulier le recours à ses carnets, et contribuent à faire de ce livre un ensemble très complet.

La contribution du père Secchi à la science de son temps est indéniable. En dépit de polémiques sur lesquels on reviendra, cela fut largement reconnu à son époque, en Italie

comme à l'étranger, en France tout particulièrement. Mais il ne fut pas inconnu des savants américains au moment où l'astronomie était en plein développement dans ce pays. C'est l'Angleterre qui fut relativement la moins accueillante, bien qu'il put y trouver refuge dans les quelques années où les jésuites étaient expulsés de Rome (1848-1850). C'est en particulier le cas de Norman Lockyer (1836-1920), l'éditeur de la revue *Nature*, qui empêcha que ses œuvres soient traduites en anglais. Les raisons tenaient à la fois à des questions de concurrence (soupçon de s'être approprié une découverte prétendument déjà faite par un autre) et à des questions idéologiques (anticatholicisme de l'intelligentsia anglaise).

Comme ce n'était pas rare encore à l'époque, les centres d'intérêt de Secchi étaient fort nombreux. C'était un esprit curieux de tout. Il fut l'un des premiers à faire usage de la photographie en astronomie, dès 1850. Il fut primé à l'exposition universelle de Paris de 1867 pour son météorographe, un appareil qui enregistre nuit et jour les courbes de température, de pression atmosphérique, de précipitation, de force du vent et d'humidité relative de l'air. Outre la météorologie, il s'intéressa à l'océanographie, à l'archéologie, à l'architecture, etc. Mais c'est surtout la spectroscopie stellaire qui fut son apport principal. Il fut l'un des premiers à étudier la composition chimique des étoiles.

L'un des principaux intérêts de l'ouvrage est de placer la trajectoire scientifique de Secchi dans le contexte ecclésial et politique de son temps. La révolution romaine de 1848 provoque son exil en Angleterre et aux États-Unis (ce qui lui donne l'occasion de se familiariser avec d'autres publics scientifiques). C'est le cas surtout à partir de 1870 lorsque Rome tombe aux mains des troupes italiennes (jusqu'alors la carrière de Secchi, en dépit de l'exil provisoire, est assez paisible). L'observatoire du Collège romain est menacé. Secchi est un savant reconnu, mais, comme jésuite, il est suspect aux yeux des « libéraux » (on lira le récit détaillé de la réunion parisienne de la commission internationale de métrologie en octobre 1872 dont fait partie Secchi ; le gouvernement italien protesta auprès du gouvernement français de la présence d'un représentant du Saint-Siège, un État qui, aux yeux de ce gouvernement, « n'existait plus »...). Par ailleurs, sa fidélité au pape l'empêche d'accepter le poste universitaire qu'on lui propose.

Mais les oppositions sont aussi de l'autre bord. Il doit se battre sur deux fronts : « tandis que certains voient l'incrédulité et l'athéisme dans mes écrits, d'autres y voient une théologie exaltée qui falsifie la physique pour défendre la Bible » (cité p. 268). La théologie de l'époque est marquée par un retour au thomisme, donc à Aristote, ce que Secchi a du mal à accepter. Pour lui, la science contemporaine engendre une autre vision du monde physique. Son atomisme est suspect, bien qu'il se défende d'être « cartésien ». Il polémique avec plusieurs confrères jésuites qui tiennent des positions néo-thomistes.

Secchi tient à une unité profonde de l'univers, composition chimique des corps et forces qui les lient. Tout en développant des recherches spécialisées, il tient à une vision globale qui s'exprime dans son livre *L'unité des forces physiques*. Cela ne le conduit pas à faire primer la théorie sur l'expérience. Il reste « baconien » dans son souci d'observer le monde tel qu'il est et non tel qu'on voudrait qu'il soit. Plus que mécanique, sa vision est organique (ou peut-être énergétique), acceptant l'idée d'évolution. L'unité de l'univers ouvre sur une possible pluralité des « mondes ». Il peut se trouver ailleurs, écrit-il, « d'autres êtres plus capables que nous » (cité p. 302).

On peut relever son souci de communiquer largement la connaissance scientifique et de diffuser une vision scientifique du monde. La science doit servir la société : « l'étude de l'astronomie n'est pas seulement nécessaire pour élever la culture nationale, mais elle a aussi d'autres avantages [...] ; elle est utile aux géodésistes et aux ingénieurs, elle inspire l'habitude et la passion pour l'exactitude et la précision, deux qualités qui, une fois acquises, s'avèrent très utiles pour d'autres études » (cité p. 99). Le sens de l'utilité est assez caractéristique des scientifiques jésuites.

Sans développer considérablement ce point, l'historienne présente sa vision du monde et le lien qu'il établit avec sa foi chrétienne. À ses yeux, la science est un « don de Dieu » (p. 299). Secchi ne voit aucune contradiction entre la science et la religion. D'ailleurs, « les religieux doivent contribuer à ce qui peut être utile à la société » (cité p. 89). En tant que savant catholique, sa réputation scientifique rejaillit sur le prestige de l'Église. Il n'y a pas à chercher une « science chrétienne » (c'est la compétence qui est déterminante plus que la piété). « Son appartenance à un ordre religieux ne semble pas affecter sa relation avec des collègues astronomes italiens qui paraissent plus prendre en compte ses travaux scientifiques que ses choix personnels » (pp. 315-316). Il s'oppose à Renan (p. 270 et suiv.) : l'approche rationnelle du monde ne chasse pas la foi.

Ce livre donnera l'occasion de mieux connaître une personnalité importante de l'histoire des sciences sur laquelle nous avons peu d'études développées. C'est aussi, avec un angle particulier, une fenêtre ouverte sur une époque charnière, en particulier pour l'astronomie qui se transforme progressivement en astrophysique.

François Euvé
Centre Sèvres (Paris)

Turner (Jonathan H.) - Maryanski (Alexandra) - Klostergaard Petersen (Anders) - Geertz (Armin W.), *The Emergence and Evolution of Religion : by Means of Natural Selection*. – New York ; London : Routledge, 2017. – 304 p. – (Evolutionary Analysis in the Social Sciences). – 1 vol. broché de 15 × 23 cm. – £ 27,99. – isbn 978-1-138-08092-8.

Les auteurs de cet ouvrage sont essentiellement de formation sociologique. Ils définissent la religion comme étant un système institutionnel impliquant conjointement quatre éléments : une « communauté » (plus étendue qu'un simple groupe local) ; le partage de représentations et peut-être de croyances au sujet d'une réalité surnaturelle et des forces ou des êtres habitant cette réalité ; la pratique de rites individuels et collectifs s'adressant aux êtres surnaturels et aux forces habitant cette réalité sacrée ; l'organisation de structures de culte (autrement dit, une institutionnalisation) (pp. 3 et 130-147).

Le but que se fixent Turner *et al.* est double : tout d'abord, « offrir une explication biologique et neurologique plus robuste que celles disponibles actuellement pour les religions » ; ensuite, recourir à la sociologie (en l'occurrence à ce qu'ils nomment « nouvelle sociologie évolutive ») pour expliquer non seulement la précoce institutionnalisation de la religion, mais aussi le développement de la religion en lien avec l'évolution des sociétés (p. 8).

Pour la première partie de leur but, ils font le constat que le cerveau humain ne présente pas de modules différents de ceux des grands singes actuels. Ils en déduisent que, pour expliquer l'évolution de cet organe selon la « synthèse moderne » actuelle, il ne faut pas faire appel à des mutations qui sont aléatoires et donc rarement favorables à une amélioration de l'adaptation, mais plutôt à une sélection naturelle *directionnelle* agissant sur la taille relative et la connectivité *de modules cérébraux existant* depuis des millions d'années avant le Pléistocène (p. 48). Ils considèrent que cette sélection est dirigée par des changements environnementaux[1] et produit une intensification de la compétition pour les ressources *parmi les membres d'une espèce* ; ils soulignent que cette compétition favorise les variations phénotypiques qui *augmentent l'adaptation* ou la probabilité de survie et de reproduction : elle affecte donc la distribution statistique (en cloche) de phénotypes et donc des gènes dans une population (pp. 16-17 et p. 47).

Pour la seconde partie de leur objectif, ces sociologues proposent une extension du concept de sélection *naturelle* à des phénomènes évolutifs socioculturels, au-delà de la biologie donc, mais en continuité avec cette dernière, réservant le terme de sélection « darwinienne » à la sélection naturelle biologique, au sens strict. Ils expliquent que la sélection darwinienne est aveugle (ou non téléologique) et a pour cible des organismes (biologiques), régulé par les gènes. En revanche, les autres sélections naturelles qu'ils proposent de prendre en compte sont souvent intentionnelles et ont toutes pour cible des « super-organismes » composés d'humains (capables d'innovations) et les entités sociales organisant les divisions coordonnées du travail, régulées par la culture (pp. 12-14). Par ailleurs, contrairement à la sélection darwinienne, les sélections socioculturelles peuvent créer des variants (pp. 174-175). Les dynamiques sont donc fondamentalement différentes pour ces deux types de sélection.

Et leurs conclusions sont les suivantes : tout d'abord, la religion commença à émerger sous l'effet indirect de la sélection (biologique) darwinienne, lorsque la neuroanatomie des hominines fut reconfigurée pour rendre les ancêtres des humains encore plus émotifs puis, avec l'extension de la palette des émotions, plus intelligents ; la suite de l'histoire de la religion peut, selon les auteurs, s'expliquer par une série de quatre formes de sélections socioculturelles différentes auxquelles ils donnent le nom de fondateurs de la sociologie. C'est ainsi que, selon Turner *et al.*, la religion s'institutionnalisa à cause de pressions de sélection « spencérienne » de type 1 — qui, par définition, est impliquée lorsqu'il y a *création* d'une nouvelle institution (p. 26) — ; puis, elle évolua, toujours selon ces auteurs, à travers une combinaison de sélections : 1°) « spencériennes » de types 1 et 2 — cette dernière dynamique prenant la forme des *guerres géopolitiques* entre sociétés — ; 2°) « durkheimienne » — autrement dit : écologique, car impliquant une compétition pour des ressources parmi les acteurs dans des sociétés (en tant que *mécanisme interne* d'évolution) et guidant l'évolution de toute institution une fois créée (cf. p. 175) —, et 3°) « marxienne » — forme de sélection *basée sur un conflit,* qu'il soit interne ou externe (pp. 40, 224 & 241).

1. Lorsque les hominines commencèrent à quitter les régions boisées au profit de la savane, ils subirent des forces de sélection orientées vers une augmentation de la socialisation (p. 21).

Il est manifeste que l'approche de *Turner et al.* reste entièrement dans le registre de la connaissance scientifique[1] et ne touche en rien la philosophie et encore moins la théologie : elle respecte donc *de facto* l'autonomie de ces deux autres disciplines.

Cet ouvrage est intéressant, car il présente la particularité rare de se focaliser sur les *dynamiques* de sélection pouvant intervenir dans une évolution (au sens large) qu'elle soit biologique ou socioculturelle. Mais, je trouve qu'il comporte plusieurs lacunes importantes. Tout d'abord, il passe pratiquement sous silence les changements drastiques, notamment religieux selon toute vraisemblance[2], liés à la sédentarisation néolithique : il passe directement des religions qu'il qualifie d'archaïques et ethniques aux religions de salut.

Ensuite, il ne tient pratiquement pas compte de la différence entre les « esprits »[3], avec lesquels les humains négocient, et les « dieux », que les humains implorent et auxquels ils offrent, le cas échéant, des sacrifices. Une des raisons pouvant expliquer cette omission est l'ignorance des résultats engrangés par des chercheurs francophones (tels que l'anthropologue Roberte Hamayon[4] et le sociologue Yves Lambert[5]).

Par ailleurs, il contient un certain jargon sociologique pas toujours bien explicité et tente d'expliquer l'évolution des religions de façon très complexe et difficile à comprendre, en tout cas pour un non-initié à la sociologie. En revanche, pour un lecteur biologiste, il paraît parfois simpliste[6].

Et enfin, le titre du livre me semble trompeur, car, dans le langage courant, l'expression sélection naturelle est employée au sens strict et réservée uniquement à la sélection qualifiée par les auteurs de darwinienne.

Marie d'Udekem-Gevers
Université de Namur

1. Cf. Feltz, B. (2009). Les relations science, philosophie, théologie. Dans Corbut, G. (dir. de pub.), *Comprendre l'évolution : 150 ans après Darwin* (pp. 165-175). De Boeck : Bruxelles.
2. Cf., par exemple, Cauvin, J. (2010). *Naissance des divinités, naissance de l'agriculture*. Paris : CNRS Éditions, et aussi Guilaine J. (sous la dir. de) (2015). *Invention des agricultures, naissance des dieux*. Marseille : éditions Hazan.
3. Les auteurs se contentent d'affirmer : « Les fantômes, les esprits et le culte des ancêtres et les conceptions du temps de rêves constituent pour nous le début de la conception d'une autre réalité, au-delà de la réalité des activités quotidiennes » (p. 152).
4. Hamayon, R. (1990). *La chasse à l'âme : esquisse d'une théorie du chamanisme sibérien*. Nanterre : Société d'ethnologie (thèse de doctorat).
5. Lambert, Y. (2009). *La naissance des religions (de la préhistoire aux religions universalistes)*. Paris : Armand Collin.
6. Cf., par exemple, le cladogramme de la p. 76 qui laisse supposer une évolution linéaire dans la lignée des hominines.

Sciences et société

Vautrin (Guy), *Histoire de la vulgarisation scientifique avant 1900.* – Les Ulis : EDP Sciences, 2018. – 408 p. – (Sciences & Histoire). – 1 vol. broché de 16 × 24 cm. – 34,00 €. – isbn 978-2-7598-2246-1.

L'histoire de la vulgarisation scientifique peut se définir comme l'histoire de la relation complexe entre le monde des savants et l'espace public. Pour l'historien des sciences, l'existence d'un milieu de vulgarisation signale à la fois l'émergence d'une distance entre experts et laïcs, et la construction d'une entente, toujours fragile et contentieuse, entre eux. Étudier la vulgarisation scientifique mène à une foule de questions : qui est autorisé à parler de la science ? Comment le public (et quel public) se forme-t-il autour des activités de vulgarisation ? Quelle image de la science est diffusée ? Quels sont les enjeux politiques et sociaux ? Où s'inscrit la vulgarisation dans la formation de l'opinion publique ? Depuis les œuvres fondatrices de Daniel Raichvarg, Jean Jacques, Bruno Béguet, Christine Blondel et Bernadette Bensaude-Vincent (pour nommer que les auteurs français), la vulgarisation scientifique a été un domaine privilégié pour les historiens des sciences pour s'engager dans la recherche des liens étroits entre société et culture scientifique.

Le livre de Guy Vautrin s'approche de la vulgarisation scientifique par une autre voie. Son récit, fondé sur une lecture attentive d'un grand nombre de livres vulgarisateurs, met en lumière les personnages, les petites histoires et les anecdotes qui marquent les grandes étapes de la vulgarisation scientifique en France. Il y décerne six périodes chronologiques. Le premier chapitre esquisse brièvement l'émergence d'une littérature de vulgarisation depuis Fontenelle jusqu'à la fin du XVIIIe siècle. Suit alors une longue analyse de la période révolutionnaire et de l'ère napoléonienne, qui se focalise plutôt sur la réorganisation de l'enseignement et le rôle public des institutions scientifiques. Aussi après la Restauration, l'auteur ne peut que constater que très peu d'ouvrages sur la vulgarisation ont vu le jour. La grande histoire de la vulgarisation commence en 1835 avec l'essor de la presse quotidienne, qui très vite s'ouvrira à des articles rapportant les découvertes et les débats scientifiques. Mais la fameuse génération de vulgarisateurs n'apparaît qu'à partir de 1850 avec des auteurs bien connus comme l'abbé Moigno, Louis Figuier, Henri de Parville, Camille Flammarion, et tant d'autres. Dans cette période, la vulgarisation scientifique devient un métier, qui se reflète dans la création d'un Cercle de la presse scientifique en 1857. Tout cela mène à l'âge d'or de la vulgarisation pendant la Troisième République, à laquelle Vautrin consacre un long chapitre. Vautrin explique le succès de la vulgarisation par l'augmentation de l'activité scientifique elle-même, les progrès rapides de la technologie et le désir du public de s'informer sur ces évolutions qui le concernent directement. Le point culminant de cette période est représenté par la revue *La Nature*, créée par Gaston Tissandier en 1873, dont Vautrin analyse avec beaucoup de détail l'origine, les rédacteurs et les sujets traités. Vautrin termine son histoire en 1900 de manière abrupte, sans conclusion. L'auteur ne s'exprime pas sur les changements, suggérés par d'autres historiens, qu'aurait subis la vulgarisation scientifique au début du XXe siècle.

Si ce livre ne propose pas de nouvelles interprétations, il peut être considéré comme complémentaire aux travaux mentionnés plus haut. Comme l'auteur l'annonce dans son

introduction, son objectif est de comprendre l'évolution de la vulgarisation scientifique par les écrits des vulgarisateurs. Chaque paragraphe contient des extraits de leurs articles et de leurs livres. À travers les anecdotes et les biographies des vulgarisateurs, Vautrin dessine la formation d'un métier spécifique qui se distingue nettement des scientifiques professionnels. Ainsi, le livre offre au lecteur une documentation très utile, qui se lit facilement et qui constitue une introduction légère et agréable au sujet. On peut reprocher à l'auteur d'avoir limiter son œuvre à la France, puisque la vulgarisation scientifique connaissait un aussi grand essor en Angleterre et en Allemagne, et sur lequel existent également d'importants ouvrages. Une comparaison avec ces pays pourrait encore plus démarquer l'évolution particulière en France, par exemple en ce qui concerne l'absence presque totale (voire l'hostilité) des scientifiques français dans la vulgarisation. En plus, l'auteur ne mentionne aucun des travaux sur la vulgarisation scientifique en France écrits par des chercheurs anglais comme Michael Lynn ou Robert Fox. La démarcation trop stricte de son sujet l'empêche enfin de commenter le rôle de la vulgarisation dans les controverses scientifiques ou idéologiques. Le nom de Darwin est mentionné quelques fois en passant, mais rien ne fait soupçonner que l'espace public, où la vulgarisation se situait, était aussi le lieu de grands débats sur l'évolution et le darwinisme. Pour ces raisons, le livre n'intéressera pas tellement l'historien des sciences, mais il est bon à recommander à un public moins spécialisé et moins exigeant.

Geert Vanpaemel
Katholieke Universiteit Leuven

Berland (Patrick), *Pourquoi croire quand on peut savoir : astrologie, homéopathie, anti-vaccins, Rudolf Steiner, pseudo médecines... Ma vie chez les ésotériques*. – [s. l.] : Librinova, 2019. – 667 + 579 p. – 2 vol. brochés de 14 × 21,5 cm. – 23,90 €. – isbn 979-10-262-2846-2 (vol. 1) et 979-10-262-2848-6 (vol. 2).

Né en 1952, Patrick Berland a suivi des études en psychophysiologie. Il bifurque ensuite professionnellement vers le milieu de l'écologie, milieu qui lui a inspiré cette publication parue en deux tomes volumineux. C'est au contact de ce milieu qu'il prend conscience de l'importance des croyances diverses en astrologie, géobiologie, pseudo-médecines, etc.

Selon l'auteur, les problèmes actuels de notre époque — tels que la pollution, le réchauffement climatique, la montée de l'extrémisme, les politiciens corrompus, ou encore l'échec de la médecine à guérir des maladies comme le cancer et le sida — incitent les gens à trouver des solutions alternatives et à verser dans des croyances qui vont bien au-delà de la raison. Aussi s'est-il donné comme mission de partir à l'assaut de toutes ces croyances en démontrant qu'elles reposent bien souvent sur des théories non vérifiées. Durant les cinq ans de préparation et d'écriture de cet ouvrage, il a rassemblé, pour chaque thème, une documentation importante sur le contexte historique, les études scientifiques réalisées et les résultats de ses propres expériences personnelles.

Cet ouvrage est un réquisitoire. Il doit être compris comme un témoignage entier et passionné contre les méthodes alternatives ou parallèles aux méthodes scientifiques. L'auteur y présente les résultats de ses recherches scientifiques et fait part de ses expériences personnelles, des histoires entendues, sans filtres ou presque. Son but est de convaincre

de l'irrationalité de beaucoup de ces croyances, de dénoncer le commerce lucratif qu'elles suscitent et de mettre le lecteur en garde contre certaines pratiques.

Malheureusement, les résultats de son travail de recherche semblent simplement accumulés, sans liens ni construction, comme si l'ouvrage était la retranscription d'une discussion déliée au cours de laquelle les arguments « pour » et « contre » s'alternent, qu'ils soient scientifiques ou non. Au lecteur d'ordonner, de mettre en relation tel ou tel propos, pour obtenir un argumentaire qui tienne la route ; à lui aussi de hiérarchiser l'importance et la fiabilité des arguments avancés. Si cette façon de procéder permet de maintenir le lecteur en éveil, elle le soumet à un exercice difficile : est-il certain d'avoir bien compris les propos de l'auteur et de leur avoir accordé le poids qu'il convient ?

Dans le premier tome, les thèmes abordés sont l'astrologie, les horoscopes et les profils de personnalité, les pouvoirs supposés de la Lune. Les questions suivantes sont également posées : « La géobiologie et la radiesthésie sont-elles des sciences ? Le réseau de Hartman existe-t-il ? Quelle est l'efficacité de la baguette du sourcier et du pendule ? Les ondes électromagnétiques (G.S.M. et micro-ondes) sont-elles nocives ? Que penser de Steiner, de l'anthroposophie et de ses écoles ? Faut-il renoncer à consommer de la viande ? L'eau dite "informée", les compléments vitaminiques ou autres peuvent-il guérir ou protéger des maladies ? » (tome 1, p. 560). Le second tome aborde l'homéopathie, ses origines, ses principes, les études scientifiques consacrées à ce sujet, la mémoire de l'eau, les expériences sur la dégranulation et l'usage vétérinaire de l'homéopathie. Les chapitres suivants sont consacrés à la médecine chinoise et à l'acupuncture, aux vaccins et aux personnes anti-vaccin, ce qui conduit naturellement l'auteur à insister sur les dangers de ces pratiques. L'ouvrage se poursuit en abordant des sujets tels que le cancer, le sida et les croyances que ces maladies ou leurs guérisons génèrent. Plusieurs chapitres sont aussi consacrés à des personnalités qui gravitent dans ces mondes parallèles à la science. Enfin, les derniers chapitres expliquent succinctement le nombre d'or, le hasard et la place de la politique dans le milieu écologique.

Comme on l'a compris, le fil rouge qui traverse ces différents chapitres consiste à dénoncer les incohérences de ces pratiques et leurs dangers. L'angle d'attaque est intéressant, mais le recours à certaines notions d'histoire des sciences et d'épistémologie aurait certainement été profitable en apportant plus de poids et de nuances au propos. Certes, pour appuyer son témoignage, l'auteur fait appel à l'histoire, notamment dans le chapitre sur la vaccination, mais le faible niveau de référencement de l'exposé précarise son argumentaire.

De manière générale, la structuration de chacun des chapitres est déficiente : il n'y a pour ainsi dire ni titres ni sous-titres ; l'auteur se répète à de nombreuses reprises ; il use et abuse de citations (pas forcément référencées) qui rendent la lecture laborieuse. Le langage, la syntaxe et la mise en forme utilisés reflètent l'aspect émotionnel de ce témoignage. Cette façon de faire, bien qu'elle rende compte de l'indignation et de la peur de l'auteur face à l'augmentation de telles pratiques, affaiblit la valeur de son message. Le vocabulaire employé, parfois déplacé, vire même à l'insulte, ce qui est inacceptable au sein d'un débat que l'on aurait voulu constructif. L'ouvrage est aussi grandement pénalisé en raison de la récurrence des fautes d'orthographe et de l'absence totale de bibliographie. Quant à certains propos tenus, ils sont mal ou tout simplement pas référencés : c'est d'autant plus regrettable que cette façon de faire, ou plutôt de ne pas faire, caractérise souvent les milieux

que l'auteur dénonce. Celui-ci ne s'est donc guère montré plus scientifique que ceux dont il dénonce précisément le manque de scientificité !

Malgré ce manque de rigueur, ce livre permet de prendre conscience de l'existence et du fonctionnement des mondes parallèles à la médecine et aux pratiques scientifiques. Il permet de découvrir, issues de ces milieux, des discours, des pratiques, des idées qui interpellent. De quoi nous conforter dans l'idée qu'il faut encore et toujours éduquer les citoyens à la rigueur scientifique et méthodologique afin qu'ils ne sombrent pas dans ces pratiques basées sur le charisme et la manipulation du langage.

Annick Genette & Delphine Lobet
Haute école Louvain-en-Hainaut

Mathématiques

Villani (Cédric), *Les mathématiques sont la poésie des sciences, suivi de L'invention mathématique par Henri Poincaré* / illustrations d'Étienne Lécroart. – [Paris] : Flammarion, 2018. – 122 p. – (Champs sciences). – 1 vol. broché de 11 × 18 cm. – 5,00 €. – isbn 978-2-0814-2241-4.

L'indéniable bijou de ce petit ouvrage (117 pages) est le célèbre texte dû à Henri Poincaré en 1908 sur l'invention mathématique[1], qui a notamment fait l'objet d'une étude du mathématicien Jacques Hadamard, professeur au Collège de France, et suscité de nombreuses contributions psychologiques aussi bien qu'esthétiques[2]. Mais, sans doute par une pudeur sur laquelle je me dois de revenir, Cédric Villani ne veut guère commenter ce beau texte, écrit en une langue simple, quelquefois volontairement naïve, mais cherchant en une forme de positivisme assumé à ne jamais faire appel à une transcendance, ou à un inconscient qui serait omniscient, ou seulement plus riche ou plus habile que le conscient. Il ne faut pas oublier que ce texte est contemporain des premiers exposés publics de Freud sur la psychanalyse. Le texte de Poincaré vient pourtant moins en conclusion du propos de Villani qu'en une sorte d'encore, comme disent les Anglais pour désigner les morceaux qui viennent en plus, à la fin du tour de chant d'un artiste, et que les Français réduisent malencontreusement à un bis. Il y a effectivement quelques chansons transcrites dans ce texte de Villani, un merveilleux dessin d'Étienne Lécroart d'une formule mathématique genre binôme de Newton mise sur une portée musicale, et en bouquet final une « ode à l'imperfection ». Dix petits chapitres donc pour parler de ce qui apparente la pratique des mathématiques à celle de la poésie. C'est du moins le prétexte choisi par Villani pour tenter d'évoquer ce que représente la découverte, ou du moins sa recherche. Du coup, l'auteur commence par remettre les pendules à l'heure en s'en prenant avec virulence à un *topos* si

1. Le texte provient d'une conférence faite par Henri Poincaré le 23 mai 1908, et publiée dans l'*Enseignement mathématique* pour l'année 1908 au volume 10, faisant ainsi suite à une enquête internationale sur cet enseignement ; le texte figure aussi dans *Science et méthode*, un livre de Poincaré sorti cette même année 1908.
2. Jacques Hadamard, *Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine mathématique*, dont la première édition française revue par l'auteur est sortie chez Albert Blanchard en 1959.

français, la réplique tellement usuelle : « Ah moi je n'ai jamais rien compris aux mathématiques », une réplique qui sous-entend le plus souvent : « et j'en suis fier » (pp. 26-27). Au fil des quelques pages, presque sans avoir l'air de dogmatiser, ou d'analyser en profondeur, avec poésie donc comme on pourrait dire ingénument, Villani égrène un certain nombre d'aphorismes. J'en cite juste quelques-uns pour exciter le lecteur à lire un texte qui n'est pas hérissé de mots techniques.

> « Ainsi en mathématiques, il n'y a pas, comme dans les autres sciences, de va-et-vient entre le concept dans notre esprit et l'expérience à côté de nous : on ne s'occupe que du concept » (p. 14).
>
> « Peut-être parce que les mathématiciens travaillent sur de l'abstrait, et que cette abstraction conceptuelle est souvent inhérente à plusieurs phénomènes » (p. 37).
>
> « Ce lien entre des éléments différents est à la base de nombreuses démarches mathématiques ; il est aussi au cœur de la poésie » (p. 38).
>
> « Et la recréation[1], qui est à la base de la démarche mathématique, touche à la poésie dans sa nature profonde » (p. 42).
>
> « Oui, c'est bien de l'imperfection que naissent les plus grands progrès » (p. 86).

Je ne saurais pourtant pas suggérer que ce texte de Villani offre le joli décousu d'une rêverie, voire le déhanchement d'une silhouette, ou qu'il serait difficilement interprétable à la façon des trois « songes » de Descartes, d'il y a presque exactement quatre siècles, et qui lui font prononcer le mot « enthousiasme », signifiant d'abord la possession par la divinité. Car les dix chapitres du livre offrent une construction intellectuelle précise. Les trois premiers chapitres décrivent l'activité mathématique quand on regarde d'abord de l'extérieur et que l'on entre progressivement à l'intérieur, selon un point de vue qui est d'abord platonicien, ou du moins met en évidence l'existence de structures, puis procède à une belle célébration de la limitation *a priori* des mathématiques par rapport à la physique, et accède ensuite aux mots ordinaires, sinon vernaculaires des mathématiciens, comme René Étiemble l'avait déjà souligné au siècle passé. L'histoire du mot « analogie » suffit à rappeler l'ancienneté de cette habitude, et Villani dit son importance dans la découverte, mais ne cherche pas, en distance avec Poincaré, à discuter la beauté d'une preuve. Cette forme que je dis être de pudeur se manifeste par l'emploi très rare chez Villani dans ce texte de l'adjectif « délicat » pour désigner un calcul, alors que Poincaré multiplie l'usage de cet adjectif, au point de qualifier ainsi le sens même du discernement mathématique. Cet ouvrage fait néanmoins accéder à la « vision », ce qui permet d'évoquer Lord Kelvin qui parlait de l'œuvre physico-mathématique de Fourier comme d'un poème, à la part de jeu que comporte l'exercice de la science, et vient en *cauda* une ode à l'imperfection, bien inattendue chez un mathématicien, mais tellement bienvenue. Comme en un pied de nez

1. Je regrette quand même que Villani n'ait pas, à la manière de Boris Vian, ou de Raymond Queneau, joué aussi avec le mot « récréation ». Ce dernier auteur avait « trouvé » une faute de frappe chez Burbaki, qui parlait d'un ensemble « flirtant à gauche », au lieu de « filtrant ».

bien préparé, elle part d'une erreur, certes corrigée, de Poincaré à propos du problème des trois corps.

Je pensais, en lisant Villani avec plaisir, à ce que Bernard Randé, qui fut un brillant professeur de mathématiques spéciales, écrivait récemment dans un livre d'essais intitulé, *Le Compas et la Lyre*, des « regards croisés sur les mathématiques et la poésie » quand il manifestait avec force et sans gêne aucune la « capacité que les mathématiques donnent à l'homme de se déployer hors de lui-même à l'aide du langage »[1]. Pas de doute en tout cas, Villani n'entend pas évoquer ce qu'on a appelé avec raison la poésie scientifique, qui se déploie aussi bien dans l'œuvre de Lucrèce — la « science enchantée » — que dans celle d'André Chénier — avec le poème « l'Invention »[2]. Peut-être là aussi s'agit-il d'une pudeur dans l'exaltation, et elle convient mieux à notre âge de la déconstruction.

Je veux évoquer en plus un « truc » de Villani, particulièrement efficace lorsque de mathématiques on veut parler en s'adressant aussi bien à un public laïc si je puis dire qu'à un public de spécialistes. Il procède, à partir d'une phrase assez générale, par exemple sur l'emploi de l'*epsilon* dans l'écriture mathématique, à une première correction en parlant de quelque chose de petit, puis corrige à nouveau en parlant d'aussi petit que possible[3], mais corrige encore en évoquant la forme même de l'Analyse du XIXe siècle, avec un *epsilon* donné quelconque (positif) qui est montré supérieur à la différence en valeur absolue entre l'approximation que l'on a faite à un certain rang estimable du calcul et la quantité que l'on approche (p. 48). Du coup, plus loin, Villani peut faire passer une phrase que seuls quelques mathématiciens peuvent jauger, mais que tous peuvent saisir comme significative de tant de styles divers. Il n'est alors pas besoin de notes de bas de page[4] !

> « La brouillonnerie d'un Poincaré, la concision d'un Thom, la débauche technique d'un Bourgain, la limpidité d'un Doob ont été commentées par la communauté de même que bien d'autres particularismes ».

Un bémol toutefois dans le déploiement de cette jolie concision est le risque de l'allusion indéchiffrable, comme lorsqu'il est question de la compensation de deux erreurs chez Galilée à propos de la trajectoire parabolique d'un projectile lancé (p. 84).

Jean Dhombres
Centre national de la recherche scientifique &
École des hautes études en sciences sociales

1. Joanne Brueton, Antoine Houlon-Garcia, Bernard Randé, *Le Compas et la Lyre : regards croisés sur les mathématiques et la poésie*, Calvage & Mounet, Paris, 2018 (p. 20).
2. Voir par exemple tout récent, Sylvie Ballestra-Puech, *Lectures de Lucrèce*, Droz, Genève, 2019. Je conteste juste ici ce que Villani dit au sujet de Lautréamont, évoquant son utilisation « poétique » du vocabulaire mathématique : il y a bien plus sur la « sublimité des mathématiques ». Voir si l'on est intéressé : Jean Dhombres, *« Ô sublimes mathématiques portées par la nuit ? »*, in *Hommage offert à Baldine Saint-Girons*, Céline Flécheux, Pierre-Henri Fraigne, Didier Laroque (éd.), Presses universitaires de Rennes, 2018, pp. 193-225.
3. La mémoire mathématicienne se souvient de l'aventure d'un auteur qui parlait d'un epsilon aussi petit que possible et que son éditeur avait rendu si petit qu'il en était illisible.
4. Et après tout il suffit de consulter le Net.

DELAHAYE (Jean-Paul), *Le fascinant nombre pi*. – Paris : Belin, 2018. – 384 p. – 1 vol. broché de 15 × 22 cm. – 22,00 €. – isbn 978-2-410-01445-7.

À l'instar du nombre d'or, le nombre π génère toujours une fascination omniprésente. On connaît les talents de Jean-Paul Delahaye, professeur émérite de l'Université de Lille, pour nous faire découvrir les subtilités des mathématiques, des plus évidentes aux plus complexes.

Cette réédition d'un ouvrage qui reçut en 1997 le Prix D'Alembert *pour la diffusion de la connaissance des mathématiques vers un large public* n'échappe pas à la règle. Cet important ouvrage est astucieusement structuré en 13 chapitres aux sous-titres alléchants :

I. Premières rencontres. *Définir et évaluer π*

II. Curieux et curiosités. *Intrigues et amusements autour de π*

III. Histoire de π aux temps de la géométrie. *Quadratures et polygones*

IV. Histoire de π au temps de l'analyse. *Les formules infinies*

V. Du calcul à la main à l'ère des machines. *Le règne des arcs tangentes*

VI. Le calcul pratique de π. *L'exemple des algorithmes compte-gouttes*

VII. Les mathématiques vivantes. *Atteindre un milliard de décimales*

VIII. Le calcul isolé des chiffres de π. *Une découverte issue des mathématiques expérimentales*

IX. π est-il transcendant ? *Irrationalité, radicaux et équations algébriques*

X. π est-il aléatoire ? *Le désordre et la complexité*

XI. Derniers échos de la chasse aux décimales. *David bat Goliath au calcul*

XII. Au pays des illuminés du nombre π. *Jeux, récitations et égarements*

XIII. Le nombre π est partout ! *Des systèmes physiques au jeu de la vie*

Ajoutons 27 pages d'annexes aux 13 chapitres, un nombre équivalent de pages de tableaux, de formules et de données complémentaires et une dizaine de pages de références bibliographiques. Si vous cherchez l'indigestion, vous y trouverez les 10.000 premiers chiffres de π dans notre base décimale et en chiffres binaires ou les 1000 premiers en base 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, les 500 premiers en base 12 ou encore les 200 premiers en base 15, 20 et 60. Ou si votre mémoire n'est pas encore saturée, rien de tel que les 2000 premières lettres de π (on l'écrit en base 26, on change 0 en a, 1 en b, 2 en c ...) et vous obtenez quelque chose comme

d,drsqlolyrtrodnlhnqtgku...
= 3,14159265358979323846 26...

autrement dit.

C'est donc une somme dont il est difficile de se passer si nous sommes curieux et que nous lisons avec le plus grand plaisir, mais à petites doses si nous n'avons pas une formation de base en mathématiques.

JEAN-MARIE ANDRÉ
Université de Namur & Académie royale de Belgique

Astronomie et cosmologie

Deruelle (Nathalie) - Lasota (Jean-Pierre), *Les ondes gravitationnelles*. – Paris : Odile Jacob, 2018. – 334 p. – 1 vol. broché de 14,5 × 21,5 cm. – 25.00 €. – isbn 978-2-7381-4334-1.

Les ondes gravitationnelles, beaucoup de gens en ont entendu parler, en parlent même, mais peu savent réellement ce que c'est et encore moins comment elles ont été détectées… Et pourtant, notre ouvrage commence sa quatrième de couverture comme suit :

> « Les ondes gravitationnelles : la plus grande découverte en astronomie depuis Galilée, couronnée par le prix Nobel de physique 2017 ».

Je ne résiste pas au plaisir de recopier la suite de ce texte.

> « Il y a cent ans, Albert Einstein les avait prédites. Il s'est demandé ensuite si sa théorie de la "relativité générale" n'avait pas accouché d'une seconde chimère, après celle des trous noirs…
>
> […] Le 14 septembre 2015 une onde passa sur Terre. Elle déplaça deux miroirs, situés à des kilomètres de distance, d'une fraction de la taille d'un proton. Messagère du ciel, elle apportait la nouvelle de la fusion de deux trous noirs il y a 1,5 milliard d'années, balayant d'un seul coup les doutes d'Einstein et de ses successeurs : non seulement les trous noirs existent, mais ils peuvent être en couple, et émettre alors des ondes gravitationnelles.
>
> Ce livre retrace toute l'aventure de cette découverte. »

Contrairement à ce que l'on pourrait croire à première vue, il ne s'agit pas d'un livre de vulgarisation. Les auteurs sont tous deux des astrophysiciens éminents, qui ont participé personnellement de façon significative à l'épopée LIGO/Virgo qui a mené à la découverte des fameuses ondes. En fait, l'ouvrage retrace trois aventures, menées de front, celles des expérimentateurs, des astrophysiciens et des théoriciens de la relativité générale. Le lecteur réalisera toute la richesse (et la complexité) du livre si nous en détaillons quelque peu le contenu.

La première partie plante le décor, la découverte expérimentale et sa réception. Car, bien que le signal observé correspondait exactement à celui attendu pour la fusion de deux trous noirs, cette attribution n'a pas été acceptée immédiatement. Le signal était tellement faible, plongé dans un bruit de fond considérable, que des doutes pouvaient légitimement surgir. Tout le monde (y compris Einstein, jusqu'à la fin de sa vie) n'était même pas convaincu de l'existence des trous noirs, *a fortiori* d'un système double s'effondrant sur lui-même.

La deuxième partie est consacrée à l'aspect expérimental. On commence par les prédécesseurs, en particulier Joseph Weber qui essayait (en vain) de mesurer la vibration (infime) induite par une onde gravitationnelle dans un épais cylindre d'aluminium. La solution viendra du schéma bien connu d'un interféromètre, analogue au célèbre appareil de Mi-

chelson-Morley (1887), supposé détecter l'éther comme support des ondes électromagnétiques, mais le résultat fut totalement négatif : l'éther n'existe pas ! Toutefois, l'échelle est différente, car elle dépend de la longueur d'onde de l'onde mesurée. De fait, l'appareil du groupe LIGO est constitué de deux interféromètres avec des bras perpendiculaires entre eux de 4 km de long et situés respectivement à Livingston (Louisiane) et à Hanford (état de Washington). Pris ensemble, ces deux machines sont les instruments de mesure les plus performants jamais construits, capables de mesurer (indirectement) une distance de l'ordre de 10^{-18} mètre (soit 1000 fois moins que le diamètre d'un proton !). On imagine sans peine la complexité d'un tel instrument et la précision requise pour chacun de ses paramètres. La clé réside dans une organisation sans faille d'une équipe comportant plusieurs centaines de chercheurs. Mais ce n'est pas tout. En parallèle se construisit une machine analogue en Europe, près de Pise, appelée Virgo (une autre est en construction au Japon). Celle-ci fut opérationnelle en 2017 et se distingua en découvrant la première onde gravitationnelle émise par la coalescence de deux étoiles à neutrons. Un tel évènement produit aussi des ondes électromagnétiques, et la conjugaison des deux types d'ondes en permet la localisation spatiale. Ainsi débute une nouvelle ère de l'astronomie… On est loin du chercheur en faction devant son télescope : l'article annonçant la découverte de l'onde gravitationnelle est signé par 1005 coauteurs, originaires de 133 institutions et 16 pays différents !

Mais comment comprendre ces phénomènes ? La seule solution est de recourir à la relativité générale d'Einstein qui date de 1915. Ceci suppose de comprendre la notion de champ, base de toute la physique actuelle des particules, mais aussi des éléments de géométrie riemannienne… En effet, la gravité n'est rien d'autre que la déformation de l'espace-temps par une masse, on est donc ramené à une interprétation essentiellement géométrique. Toute la troisième partie de cet ouvrage est précisément consacrée à une étude raisonnablement approfondie de cette problématique.

Les deux dernières parties de l'ouvrage reviennent à l'astronomie : évolution des étoiles, pulsars, horloges cosmiques, le tout à la lumière des équations d'Einstein, résolues perturbativement.

Que conclure ? À mon avis, il s'agit d'un ouvrage magistral. On voit rarement une telle quantité d'information en un seul volume, et d'une telle qualité au surplus. On sent bien que les auteurs dominent parfaitement leur sujet et savent comment le faire passer au lecteur. Certes, celui-ci devra parfois s'accrocher, mais l'effort en vaut la peine. En conclusion, je ne peux que me féliciter de trouver un ouvrage de cette qualité, et donc de le recommander sans réserve.

Jean-Pierre Antoine
Université catholique de Louvain

Physique

Susskind (Léonard) - Friedman (Art), *Relativité restreinte et théorie classique des champs : tout ce que vous avez besoin de savoir pour commencer à faire de la physique* / traduit de l'anglais par André Cabannes et Benoît Clenet. – Lausanne : Presses polytech-

niques et universitaires romandes, 2018. – xi, 358 p. – (Le minimum théorique). – 1 vol. broché de 15 × 21 cm. – 23,60 €. – isbn 978-2-88915-218-6.

Ce livre est la traduction française du troisième volume de la série *The Theoretical Minimum* proposée par le physicien Leonard Susskind, et nous nous répéterions inutilement en en détaillant les principales caractéristiques et qualités puisque les unes et les autres sont parfaitement — et heureusement — identiques à celles que nous nous étions plu à souligner ici même lors de la parution des deux volumes précédents (voir 187(1), pp. 130-133 et 187(3), pp. 455-456).

Comme annoncé sur la couverture, il s'agit cette fois pour le grand théoricien américain d'introduire à la théorie de la relativité restreinte et à la théorie classique des champs. Ce qu'il parvient à faire en une dizaine de chapitres, ici encore appelés « leçons » et aux titres toujours aussi explicites : « Transformation de Lorentz », « Vitesses et quadrivecteurs », « Lois relativistes du mouvement », « Théorie classique des champs », « Particules et champs », « La loi de la force de Lorentz », « Principes fondamentaux et invariance de jauge », « Équations de Maxwell », « De Lagrange à Maxwell », « Champs et mécanique classique ». Moins d'une douzaine de leçons donc, dont à première vue, l'ensemble ne semblerait devoir composer qu'une introduction de plus à la physique relativiste et à l'électromagnétisme, mais dans l'énumération desquelles un lecteur déjà initié à ces deux théories remarquera néanmoins la présence de concepts généralement tenus pour étrangers à ces matières ainsi que quelques étonnantes inversions dans l'ordre habituellement retenu pour y introduire ; ce qui lui fera immédiatement deviner qu'il va au-devant de quelques surprises de taille en ouvrant ce livre. Et à raison ! Car, comme dans les deux autres volumes — et peut-être même encore davantage —, Susskind s'écarte délibérément des voies traditionnellement empruntées par les enseignants pour présenter ces deux théories ; et ce, avec des effets parfois très étonnants, comme — pour n'en mentionner qu'un, qui n'est pas le moins révélateur — celui de réussir à faire comprendre dès la page 134 ce qu'est le champ de Higgs et comment le fait de s'y trouver couplée confère une masse à une particule qui en demeurerait sans cela dépourvue ; leçon que seuls les plus théoriciens des étudiants en master de physique ont généralement le privilège d'entendre vers la fin de leur cursus.

Nous espérons que ceci suffira à convaincre que l'originalité et la profondeur de ce troisième volume ne cèdent en rien à celles de ses prédécesseurs, mais nous nous en voudrions néanmoins de ne pas profiter de cette nouvelle livraison pour souligner une caractéristique commune aux trois livres déjà parus dans cette série, mais que nous n'avons pas encore mentionnée, à savoir qu'ils ont tous été co-écrits. De fait, Leonard Susskind a choisi de rédiger chacun de ces textes avec l'aide d'une de ces personnes en formation continuée à l'Université de Stanford qui ont suivi l'ensemble du cours dont *The Theoretical Minimum* constituera la transcription complète ; ce qui était bien le seul moyen de s'assurer que la moindre des lignes de chacun d'eux serait parfaitement compréhensible pour quiconque prendrait la peine de le suivre attentivement. De sorte qu'il faut grandement remercier Monsieur Art Friedman d'avoir repris ici le rôle de Candide qu'il tenait déjà dans le volume dédié à la mécanique quantique : sans lui, ce livre n'aurait vraisemblablement pas eu cette lisibilité inespérée qui est sans doute la caractéristique la plus déconcertante de cette série.

Vivement le quatrième volume qui — comme annoncé — traitera de relativité générale, la spécialité de ce physicien dont on oublierait presque qu'il n'est pas seulement un pédagogue exceptionnel, mais un chercheur de tout premier plan !

Bertrand Hespel
Université de Namur

Jaffe (Robert L.) - Taylor (Washington), *The Physics of Energy*. – Cambridge : Cambridge University Press, 2018. – 874 p. – 1 vol. broché de 22,5 × 28 cm. – £ 59,99. – isbn 978-1-107-01665-1.

Physicien, Robert L. Jaffe est professeur au MIT, où il a dirigé le MIT's Center for Theoretical Physics et a présidé l'American Physical Society's Panel on Public Affairs. Il est membre de l'Académie américaine des arts et des sciences et a reçu de nombreux prix pour sa contribution à l'élaboration de cours dans cet institut. Washington Taylor y est également professeur de physique, directeur du MIT's Center for Theoretical Physics. Il a, entre autres, reçu le prix du MIT's Buechner Faculty Teaching.

Depuis 2008, ils donnent tous deux un cours sur la physique de l'énergie au sein de cette institution. Pour aborder le sujet avec l'approche et le niveau qu'ils désiraient, ils ont petit à petit étendu et développé leurs notes, menant finalement à cet ouvrage. Le but de celui-ci est de proposer une introduction complète, alliant différents domaines, sur les principes scientifiques concernant l'énergie — des sources aux utilisations — en abordant également des thèmes plus vastes comme le lien entre l'énergie et le climat, le stockage de l'énergie, etc.

Les personnes visées par ce livre sont au départ leurs étudiants, mais comme ceux-ci peuvent avoir un bagage scientifique et mathématique très variable, les auteurs proposent un ouvrage autosuffisant, grâce notamment à des explications et à des rappels sur les concepts physiques sous-jacents à l'énergie et à des annexes portant sur des notions de mathématiques. Cet ouvrage est ainsi utilisable par un étudiant en sciences ou en ingénierie, ou par toute personne intéressée par le domaine de l'énergie avec cependant un niveau mathématique et scientifique minimal.

Produire de l'énergie est un point clé dans le fonctionnement de notre société. Comprendre ce qu'elle est, les différentes sources et utilisations possibles, ainsi que les enjeux climatiques et environnementaux associés est incontournable. Ce livre peut donc également s'avérer très utile pour toute personne travaillant dans les domaines de l'économie, de la politique ou encore de l'environnement, pour une compréhension quantitative des principes scientifiques dans le domaine de l'énergie.

L'un des points forts de ce traité est d'aborder les sources et utilisations de l'énergie par différentes voies d'entrée, que ce soit, bien entendu, en physique, mais également en science de la terre ou en biochimie. Le but poursuivi par les auteurs est de mettre en exergue les principes physiques sous-jacents à tout système d'utilisation d'énergie, pour une approche unifiée de celle-ci. Via l'exposé d'applications pratiques, cet ouvrage peut également s'avé-

rer riche d'informations et d'exemples pour tout enseignant dans les domaines scientifiques désirant ancrer son enseignement dans la réalité actuelle, et à venir, de notre société.

Pour atteindre une uniformité dans l'approche et pour proposer une introduction couvrant un maximum de domaines, un élément non négligeable est le parti pris des auteurs de présenter un texte homogène dans le niveau de détails employés, en assurant un niveau introductif et en conseillant des lectures annexes pour les lecteurs désireux d'approfondir un chapitre.

Le livre se scinde en trois parties : les concepts physiques de base de l'énergie et ses utilisations, les sources d'énergie et finalement des questions sur le climat et les technologies exploitant l'énergie. La première partie présente, pour prendre en compte le background incertain du lecteur en physique et proposer ainsi les explications nécessaires pour une pleine compréhension du contenu de l'ouvrage, les différents principes physiques à la base des exposés des chapitres suivants : énergie mécanique, énergie électromagnétique, ondes et lumière, thermodynamique, introduction à la physique quantique… La deuxième partie se concentre sur les sources principales d'énergie : nucléaire, solaire, vent, biologie, eau, carburant fossile, géothermie… Finalement, la troisième partie discute les différents problèmes reliés aux aspects énergétiques de systèmes variés : le climat (avec ses changements, sa connexion aux flux d'énergie à la surface de la Terre), l'efficacité énergétique ou encore le stockage d'énergie.

Pour aider le lecteur à parcourir l'exposé, chaque chapitre débute par le « guide du lecteur », qui présente un résumé des notions qui seront discutées et qui mentionne les prérequis nécessaires, ainsi que les connexions et interdépendances avec les autres chapitres. Cette attention des auteurs permet ainsi une lecture modulaire, plutôt que simplement linéaire, et offre au lecteur une synthèse sur un aspect particulier de l'énergie ou une présentation d'applications concrètes dans le domaine de l'énergie directement reliées à un (ou plusieurs) concept(s) de base en physique présenté(s) dans la première partie. Prenons l'exemple de l'énergie éolienne. Une lecture modulaire pourra débuter dans la partie 2, au chapitre 28, dans lequel les circulations d'air à la surface de la Terre sont décrites, ainsi que la puissance du vent. Le chapitre 29 donne les bases de la dynamique des fluides pour décrire le vent et le fonctionnement des éoliennes abordé au chapitre 30. Les prérequis associés, dans la partie 1, sont les chapitres 2 (mécanique) et 5 (énergie thermique). Ces chapitres peuvent enfin servir de base pour aborder certains éléments de la partie 3 : lien entre climat et énergie (chap. 34) ou l'histoire du climat (chap. 35).

Nous sommes toutes et tous utilisateurs/trices, consommateurs/trices d'énergie, cet ouvrage apporte un éclairage très vaste, complet et concret sur cette notion physique qui peut paraître abstraite pour beaucoup. Au travers de la lecture de ce très bel exposé, on ne peut qu'être émerveillé par la beauté de cette fascinante notion qu'est l'énergie ! Le voyage proposé par les auteurs pour découvrir ce qu'elle est, au travers de ses sources et de ses utilisations, permet d'en découvrir les multiples facettes et d'un peu mieux comprendre le fonctionnement de notre environnement, avec également des pistes pour le futur.

Émilie Bertrand
Haute école Louvain-en-Hainaut

Sciences de la Terre

Un défi pour la planète : les objectifs de développement durable en débat / sous la direction de Patrick Caron et de Jean-Marc Châtaigner. – Marseille : IRD éditions, 2017. – 476 p. – 1 vol. électronique. – 23,99 €. – isbn 978-2-7099-2412-2.

Quel ouvrage ! Ces nouveaux 17 objectifs du développement durable, à atteindre d'ici 2030, sont décortiqués et évalués en 6 grandes parties thématiques et 31 chapitres par pas moins de 60 auteurs de toutes disciplines et de toutes origines géographiques, mais qui sont tous spécialisés dans l'un ou l'autre domaine du développement durable ! Ce document fort volumineux et assez indigeste passe toutefois au crible des réalités et des possibilités réelles, ces ambitieux objectifs qui, pour certains, ne sont que des miroirs aux alouettes, des utopies aux ambitions démesurées, mais qui ont le mérite de nous faire tous réfléchir à la situation actuelle des 7,5 milliards d'habitants des 193 pays de notre planète qui la mettent bien à mal.

La partie 1 fait le point sur les ambitions d'un dialogue universel et inclusif. Rappelant l'origine de l'Agenda et sa négociation, elle analyse ses diverses composantes en considérant tant leur portée politique et diplomatique que leur rapport à la science et à la société, toutes deux en pleines mutations et cela sans oublier les rapports Nord-Sud qui nécessitent à l'avenir une bien plus grande co-construction. Car les 9 milliards d'*Homo* dits *sapiens* attendus pour 2050 impliquent de doubler la production agricole d'ici là, alors que le pourcentage de superficie des terres arables par *H. sapiens* est en constante diminution et cela, dans un contexte d'une 6e extinction massive de biodiversité. Face à ce seul défi, il faut quand même se rappeler que les 8 objectifs du millénaire pour le développement (OMD) 2000-2015 n'ont assuré de réelles avancées que dans les domaines de la scolarisation, la mortalité infantile et maternelle et la pauvreté qui a quelque peu reculé !

La partie 2 se consacre à l'idéal d'une humanité épanouie, ce qui implique le développement humain et social qui réduira les fractures sociales et politiques en associant toutefois toutes les parties prenantes et en évitant les nombreuses embûches semées sur le parcours. Très belle ambition, mais on voit mal comment tendre vers un tel idéal, vu les multiples conflits que présente malheureusement notre planète et quand 800 millions de *H. sapiens* vivent dans une extrême pauvreté. Rien qu'éradiquer cette pauvreté implique une transformation fondamentale des rapports économiques et sociaux sur les plans tant nationaux qu'internationaux et surtout Nord-Sud, ce qui ne semble guère s'amorcer pour le moment. Quant à l'éradication de la faim dans le monde, elle reste aussi confrontée aux conflits armés, aux incidents climatiques et aux épidémies qui sont encore loin d'être maitrisés actuellement. Il n'empêche que la mise en œuvre d'une pensée systémique et écologique telle que préconisée va évidemment dans le bon sens et ne peut que tendre vers l'idéal formulé.

La partie 3 s'intéresse aux nouveaux modèles pour une économie équitable et durable. Cela implique de réduire d'emblée les inégalités, d'assurer une croissance équitable engendrant des emplois décents et rémunérés correctement pour déboucher sur des modes de consommation, de production véritablement durables, ce qui questionne le modèle écono-

mique libéral actuel (inégalités croissantes, emplois fragilisés, épuisement des ressources, etc.). Mais pourra-t-on assurer la souveraineté énergétique des communautés, l'éducation, l'accès à l'eau potable, l'égalité, l'emploi pour tous ? Ne faudrait-il pas hiérarchiser ces problèmes, fixer des priorités réalistes tout en veillant à une meilleure gouvernance ? Il faut toutefois constater que le travail et la croissance inclusive (pour toutes les catégories de la société) sont quand même de plus en plus au cœur des politiques nationales et que la révolution technologique du numérique encourage des modèles inédits, ce qui pourrait contribuer à réduire la pauvreté des populations jusqu'ici marginalisées. En tout cas, pour préserver notre capacité de vivre ensemble, il va falloir réduire les inégalités au sein des pays comme entre pays et notamment selon l'axe Nord-Sud, vu l'interdépendance des pays riches avec les pays les plus pauvres.

La partie 4 examine comment faire face aux défis environnementaux. Eau, air, terre et biodiversité sont gravement dégradés par nos activités humaines, ce qui induit des modifications environnementales sans précédent. Comment faire face aux dérèglements climatiques, comment exploiter durablement les ressources halieutiques et les écosystèmes terrestres, comment gérer les ressources en eau douce ? Or le contexte mondial est fort chaotique et il ne peut y avoir de développement sans sécurité ni de sécurité sans développement. Ceci implique de reconstruire des institutions régaliennes inclusives, démocratiques et efficaces, de développer des partenariats solides et inclusifs et intégrés à tous les niveaux pour avoir des états solides et fonctionnels.

La partie 5 annonce l'avènement d'un nouveau partenariat mondial, ce qui va nécessiter une bien meilleure gouvernance généralisée pilotée par l'Agenda 2030 qui devrait favoriser l'avènement de sociétés pacifiques soucieuses de développement partagé et durable. Quel acte de foi, vu la complexité, les difficultés actuelles, les multiples conflits et les risques inhérents à un tel objectif ! Pour l'atteindre, les recommandations sont de favoriser la transparence, renforcer le pouvoir des citoyens, lutter contre la corruption et améliorer la gouvernance grâce aux nouvelles technologies ! Ceci s'ajoute donc à une déjà longue liste de vœux, louables ambitions et rêves universels peu réalistes toutefois pour les pays pauvres et fragiles faisant face à des problèmes immédiats et à d'autres priorités (démographie non contrôlée, manque d'emplois, infrastructures économiques insuffisantes, accès à l'eau, à l'électricité…). Parmi, les propositions pour atteindre cet objectif très louable, on relève la promotion de dispositifs de recherche et d'enseignement en partenariat visant à produire de la connaissance, renforcer les compétences pour appuyer les actions de développement et d'appui à l'innovation, ce qui est une bonne chose, mais avec des résultats à n'espérer qu'à long terme. En ce qui concerne la coopération au développement qui visait le rattrapage du Nord par le Sud, elle doit maintenant changer de cap en contribuant plutôt à une convergence de tous les pays de la planète vers des sociétés plus durables.

La partie 6 constate que les intentions à la réalisation de l'agenda 2030 sont quand même problématiques. Enjeux et intentions doivent se transformer en réalisations concrètes. Comment concrétiser, comment atteindre ces 17 ODD ? Il ne suffit plus de concilier approches économiques, sociales et environnementales, les 3 piliers classiques du développement durable, mais il faut mettre en œuvre de nouvelles formes de gouvernance prenant en compte de nouveaux acteurs internationaux (ONG, fondations, etc..) ainsi que

les apports de la science et du numérique afin de contribuer à la nécessaire transformation de notre monde. Car actuellement, individus et organismes exploitent de façon non durable les ressources de la planète Terre, tirent profit de la détresse humaine, organisent trafics divers, alimentent les conflits, répriment la contestation, etc., ce qui perturbe inévitablement la mise en œuvre des ODD. *In fine*, ce n'est que la volonté collective et durable des populations et de leurs aspirations qui transformeront leur monde. En tout cas, l'humanité, vu sa croissance démographique (9,6 milliards d'habitants en 2050) et son mode de vie actuelle dans les pays dits développés, nécessitera l'équivalent des ressources de 3 planètes. Elle fait donc face à un défi majeur et les 17 ODD proposés d'ici 2030 devraient déboucher, notamment grâce à l'innovation, sur un développement durable et inclusif.

En conclusion, cet ouvrage, déclinant ces 17 ODD en 169 cibles et 230 indicateurs de suivi, couvre tous les enjeux du développement durable (pauvreté, éducation, santé, environnement, coopération, etc.) qui ont fait l'objet d'un véritable « brain storming » par 60 auteurs spécialisés dans un des volets de cette problématique, démarche considérée par certains comme une véritable supercherie. En tout cas, l'Agenda 2030 a quand même le mérite de relever le défi de la démocratisation des ODD via un partenariat avec les populations concernées pour leur mise en œuvre et le suivi des cibles. Il va à l'encontre de la croissance massive des inégalités, de la pauvreté endémique, des pressions croissantes sur les ressources de notre planète, de la mauvaise gouvernance, de la montée des populismes, etc. Reste à espérer qu'il ne soit pas qu'un acte de foi et que ces ODD se concrétisent un tant soit peu d'ici 2030. Un ouvrage copieux, aux propositions très ambitieuses, parfois peu réalistes, aux discussions parfois ésotériques, qui provoque cependant une réflexion profonde sur l'avenir de notre humanité, ce qui intéressera tout étudiant et tout formateur confronté au développement durable.

À noter que l'ouvrage se termine par un résumé bien utile de chaque chapitre et d'une liste des sigles et acronymes indispensable vu leur nombre.

Jean-Claude Micha
Université de Namur

Sciences du vivant

de Waal (Frans), *Sommes-nous trop « bêtes » pour comprendre l'intelligence des animaux ?* / avec des dessins de l'auteur ; traduit de l'anglais (États-Unis) par Lise Chemla et Paul Chelma. – Paris : Éditions Les Liens qui libèrent, 2018. – 414 p. – (Babel, 1550). – 1 vol. broché de 11 × 18 cm. – 9,80 €. – isbn 978-2-330-10323-1.

Ce livre est un essai. Il est agrémenté de dessins et pourvu d'un glossaire et d'une riche bibliographie. Son auteur est mondialement connu pour les recherches qu'il mène, depuis les années 70, sur le comportement[1] et la cognition[2] des primates.

1. Résultant, selon de Waal, à la fois de l'apprentissage, de la biologie et de la cognition (p. 96).
2. Définie par l'auteur comme étant « la transformation mentale de sensations en compréhensions de l'environnement et l'application adaptée de ce savoir » (p. 21).

Dans son prologue, de Waal précise d'emblée sa position personnelle : il met l'accent sur la continuité évolutionniste (p. 14). Il explique aussi que le but de son ouvrage est de montrer l'effervescence dont fait preuve la « cognition évolutive », c'est-à-dire l'étude de « toute cognition, humaine et animale, du point de vue de l'évolution » (p. 403).

Le premier chapitre peut se résumer ainsi : « nous devons nous familiariser avec toutes les caractéristiques de l'animal et avec son histoire naturelle avant de tenter d'évaluer son intelligence. Au lieu de tester les animaux sur des capacités que *nous* maîtrisons particulièrement bien [...] pourquoi ne pas les tester sur *leurs* aptitudes spécifiques ? » (p. 35).

Le deuxième chapitre retrace les histoires respectives du behaviorisme et l'éthologie. La première discipline s'intéressait aux comportements contrôlés par les hommes et la seconde, à ceux qui sont spontanés. D'abord antagonistes, ces deux courants ont fini par fusionner et s'allier à une troisième composante, la primatologie japonaise, pour former l'actuelle cognition évolutive.

Puis vient un chapitre dédié à la définition et à l'illustration, par des exemples, des modes de fonctionnement de l'évolution. En effet, il fait la distinction fondamentale, pour qualifier des caractères partagés par deux espèces, entre des homologies (impliquant l'héritage à partir d'un ancêtre commun et donc une continuité dans l'évolution) et des analogies (impliquant au contraire une distance importante au niveau génétique, mais une convergence évolutive[1]). Il s'achève par l'évocation d'un concept inventé par l'auteur : la loi des « vagues cognitives » « qui stipule que toute aptitude cognitive se révèle plus ancienne et plus répandue qu'on ne le croyait au départ » (p. 404).

Le chapitre 4 se focalise sur le langage. Il propose une explication évolutionniste à cette spécificité humaine : « je pense simplement que le grand avantage du langage est [...] de transmettre des informations qui transcendent l'ici et le maintenant. Communiquer des informations sur des réalités absentes et sur des événements passés ou sur le point de se produire est très précieux pour la survie » (p. 143).

Au chapitre 5, de Waal dénonce plusieurs erreurs courantes. Non, les humains ne sont pas les plus performants à tous les tests d'intelligence : un chimpanzé, testé en 2007, s'est montré bien supérieur à nous au niveau de la mémoire immédiate. Non, prétend-il, il ne faut pas postuler, comme le font ceux qu'il nomme « néocréationnistes », que l'évolution (continue) ne vaut pas pour la cognition : cette dernière doit, selon lui, être mise sur le même pied que tout autre phénomène biologique. L'auteur met aussi en garde contre le biais fondamental existant dans les tests de comparaison des performances relationnelles ou sociales chez les enfants et chez les grands singes : seuls ces derniers y font face à un membre d'une autre espèce (p. 190). De Waal énonce, par ailleurs, sa thèse de l'Apprentissage Observationnel par Liens et Identifications (AOLI). Selon celle-ci, « l'apprentissage social des primates prend racine dans un désir d'appartenance » (p. 202).

1. D'après le glossaire, il s'agit d'une évolution « indépendante de traits ou de capacités semblables, dans des espèces non apparentées, en réaction à des pressions environnementales semblables » (pp. 403-404).

La chapitre suivant s'attache notamment à montrer que la coopération chez les chimpanzés, alors que parfois encore non reconnue actuellement, occupe une place essentielle dans leur organisation sociale. L'auteur ajoute : « La réputation actuelle des chimpanzés, perçus comme des animaux violents et belliqueux […] est presque entièrement fondée sur la façon dont ils traitent des membres de groupes voisins en milieu naturel » (p. 249). Et il concède : « Il n'y a qu'un domaine où la coopération humaine surpasse de très loin ce que nous voyons dans d'autres espèces : son degré d'organisation et son échelle » (p. 251).

Le chapitre 7 passe en revue diverses preuves, chez les vertébrés (en ce compris les oiseaux à gros cerveau), de mémoire épisodique[1], de planification pour le futur, de gratification différée et de métacognition. Tous ces éléments, souligne l'auteur, pourraient être considérés comme des indices de conscience.

Le chapitre 8 commence par mettre en évidence qu'il « y a de nombreux stades de compréhension du miroir, qui vont de la confusion absolue à la maîtrise complète de l'image spéculaire » (p. 309). Il s'intéresse ensuite à des invertébrés pour y épingler des cas d'évolution cognitive (en particulier celui de la pieuvre) convergente avec celle des primates.

Quant au dernier chapitre, il commence par retracer la vingtaine d'années d'histoire que compte la cognition évolutive. Puis, F. de Waal affirme avec force que « seule la théorie de l'évolution peut expliquer simultanément la survie, l'écologie, l'anatomie et la cognition » (p. 342). Ensuite, il envisage l'avenir de la cognition évolutive et il déclare que cette discipline doit s'intéresser, d'une part, aux émotions et, d'autre part, aux neurosciences pour expliquer à quels mécanismes cérébraux sont imputables des comportements donnés. Et il ajoute : « Ce sera aussi un excellent moyen de tester l'hypothèse de la continuité, puisque les processus cognitifs homologues supposent des mécanismes neuronaux communs. […] Inversement, si deux espèces activent des circuits neuronaux différents pour atteindre le même résultat, il faudra remplacer l'hypothèse de continuité par une explication fondée sur l'évolution convergente » (p. 346).

S'il est facile à lire et amusant, car écrit avec humour, cet ouvrage se révèle cependant moins aisé à synthétiser et à comprendre. Il contient de nombreuses anecdotes et digressions très intéressantes, mais le fil conducteur n'en est pas toujours évident. Il y manque, selon moi, des tableaux ou des schémas synthétiques qui en simplifieraient la compréhension. Ces lacunes structurelles sont d'autant plus regrettables que cet ouvrage est passionnant et mérite vraiment d'être lu : toute personne curieuse y trouvera matière à réflexion et émerveillement.

Marie d'Udekem-Gevers
Université de Namur

1. Définie par de Waal comme étant « la remémoration des détails précis d'expériences passées, comme leur contenu, leur lieu et leur moment » (p. 405).

Sciences médicales

Tunstall (Richard) - Shah (Nehal), *Anatomie de surface* / traduit de l'anglais par Pierre Nevers ; révision scientifique de Jean-Pol Beauthier. – Louvain-la-Neuve : De Boeck Supérieur, 2018. – 306 p. – 1 vol. broché de 12 × 19 cm. – 29,00 €. – isbn 978-2-8041-8814-6.

À tous ceux qui pensent que nous avons fait le tour de l'anatomie, qu'elle n'a plus grand-chose à nous enseigner, il est intéressant de faire remarquer que l'anatomie dite « de surface » fait, au contraire, l'objet d'attentions nouvelles. De nombreuses études parues durant cette dernière décennie — portées notamment par les travaux du professeur Gumberteau — mettent en relation des éléments de surface avec des mesures basées sur des images transversales modernes (caméra sous-cutanée) plutôt qu'avec des mesures menées sur des cadavres ou via des clichés radiographiques. Nous sommes reconnaissants à ce grand professeur, reconnu et apprécié dans sa profession, de nous avoir fait partager cette fabuleuse découverte qui manifeste que tout est interconnecté dans notre corps. Il semblerait en effet que les plans de glissements, tels que nous avons pu les étudier durant nos études, ne sont pas des plans de glissements au sens où nous l'entendons, c'est-à-dire un élément (muscle par exemple) glissant sur un autre élément. Ce sont les déformations des fibres tissulaires qui donnent cette illusion de glissement et permettent les déplacements.

Pour autant, il est important de bien connaître son anatomie avant d'en comprendre ses interconnexions. C'est ce que Richard Tunstall — professeur et directeur du centre d'anatomie et d'imagerie clinique à la Warwick Medical School ainsi qu'au West Midlands Surgical Training Center — nous offre dans ce livre qui est la traduction française de la seconde édition anglaise (la première datant de 2012). Déjà reconnu pour sa participation à la rédaction d'ouvrages tels que le fameux *Gray's Anatomy* ou encore le *Bailey and Love's Clinical Anatomy*, cet ouvrage est traduit par Pierre Nevers, ostéopathe reconnu et chargé de cours en anatomie clinique à Paris. La révision scientifique, quant à elle, a été effectuée par mon ancien professeur, le médecin légiste Jean-Pol Beauthier, qui fut chargé de cours de médecine légale à l'Université libre de Bruxelles et qui est professeur émérite d'anatomie et de physiologie de la Haute école Louvain-en-Hainaut.

En introduction, l'auteur énumère les différents plans de références anatomiques (frontal, sagittal, transversal) avant de continuer par la description des différents mouvements possibles du corps humain. Il s'agit là d'une énumération logique, car ces mouvements aident à l'identification de certaines structures susceptibles d'être affectées lors de l'examen clinique. Par suite, l'innervation sensitive cutanée est abordée, afin de cartographier les pertes plausibles de sensibilité, des indices qui s'avèrent précieux lors de l'auscultation ou de la prise en charge du patient. L'auteur nous décrit les différentes techniques de palpation à adopter en fonction du type de tissu abordé (os, muscles, ligaments, etc.) de manière très synthétique, mais surtout abordable et compréhensible pour tous les praticiens.

Le chapitre 1 permet d'introduire les principes de l'anatomie et de donner un aperçu de l'essentiel de la terminologie anatomique, des techniques de palpation, des mouvements articulaires et de l'innervation cutanée. Les chapitres 2 à 8 passent ensuite en revue chacune des régions anatomiques : le thorax, l'abdomen, le membre supérieur, le membre

inférieur, le pelvis et le périnée, la colonne vertébrale et enfin la tête et le cou. Le tout est agrémenté de perspectives cliniques faisant référence à la zone traitée.

Les données ont été recueillies sur des cadavres, coupes anatomiques accompagnées de l'imagerie médicale. De manière très lisible, le praticien peut facilement aborder tous les tissus et les structures anatomiques sous-jacentes cutanées via des techniques de manipulation, de palpation, de percussion ou d'auscultation afin de pouvoir identifier des structures anatomiques telles que ligaments, muscles, os, artères ou encore des veines. Néanmoins, il est intéressant de rappeler que Richard Tunstall met l'accent sur le fait que toutes les structures anatomiques palpables sont sujettes à variation (âge, posture, origine ethnique, masse corporelle) et donc qu'il ne s'agit en aucun cas d'un livre de recettes, mais bien d'un guide qui nous rappelle que nos patients sont tous différents.

Cet ouvrage va bien au-delà de la simple palpation de structures bien connue de nos livres d'anatomie. Son originalité réside principalement dans sa synthèse, mais aussi dans sa mise en forme. La plupart des livres d'anatomie palpatoire proposent une identification sur des repères cadavériques. Tunstall, quant à lui, superpose l'anatomie profonde à l'aide de photographies de relief de surface. Ceci s'avère très ludique et très facile à mettre en place pour le praticien. Toutefois, même si cette méthode est plus visuelle, elle reste malgré tout moins précise et détaillée que la précédente. Cette méthodologie de la localisation des structures anatomiques fait donc appel à l'observation, à l'utilisation de repères faisant référence, et à la palpation. Qui plus est, cette connaissance approfondie de l'anatomie offre une meilleure compréhension de la base des examens médicaux, mais également de certaines procédures médicales telles que biopsie, incisions chirurgicales, ou encore injections intra-articulaires…

Cet excellent ouvrage offre une belle perspective aux praticiens, qu'ils soient expérimentés ou non. De manière synthétique, la perspective clinique est bien complétée par le texte. Ce livre nous permettra donc d'améliorer nos compétences, d'affiner notre communication avec le corps de nos patients par le biais d'une palpation fine et ciblée. Il est enfin une incitation à redécouvrir cette discipline passionnante qu'est l'anatomie.

Olivier Carrillo
Kinésport

Sciences paramédicales

Fink (Heather Hedrick) - Mikesky (Alan E.), *Nutrition du sport* / traduit de l'américain par Tristan Kottelanne. – Louvain-la-Neuve : De Boeck Supérieur, 2018. – 518 p. – (Sciences et pratiques du sport). – 1 vol. broché de 21 × 27 cm. – 59,00 €. – isbn 978-2-8073-1530-3.

« La nutrition sportive est un domaine stimulant qui combine sciences de la nutrition et physiologie de l'exercice » (avant-propos, p. xxi). Il s'agit d'un sujet vaste comme le met bien en évidence l'avant-propos de l'ouvrage écrit par Heather H. Fink, nutritionniste et triathlète de haut niveau, et Alan E. Mikesky, professeur émérite spécialisé dans la

performance sportive et la biomécanique. C'est aussi une science en plein essor qui intéresse diététiciens, entraineurs, préparateurs physiques et athlètes en quête de performances optimales. De nombreux programmes académiques se sont récemment développés et cet ouvrage a été élaboré pour répondre aux attentes de tout qui pourrait prétendre décrocher un emploi dans le domaine de la nutrition sportive.

Pour favoriser l'apprentissage, les auteurs ont choisi une approche résolument très didactique avec une lecture guidée par un explicatif en 4 pages (pp. XXIII-XXVI). Ainsi, chaque chapitre est introduit par des « Questions clés abordées » et par la présentation d'un cas d'étude « Vous êtes le coach en nutrition » (dont les résolutions sont présentées en annexe), qui incitent à une lecture attentive. Des éclaircissements pour la prise en charge des athlètes sont fréquemment présentés, les termes clés font systématiquement l'objet d'une définition et de nombreux tableaux et figures illustrent la théorie. Les points importants de chaque chapitre sont également brièvement synthétisés à la fin de celui-ci et des « Questions d'étude » permettent enfin au lecteur de vérifier sa bonne compréhension du contenu exposé.

Deux grandes parties divisent la matière de cet ouvrage particulièrement complet : « Éléments fondamentaux de la nutrition sportive » (pp. 1-260) et « Application pratique de la nutrition sportive » (pp. 261-454). La 1re partie, elle-même composée de neuf chapitres, décrit les fondements scientifiques de la nutrition avec un regard qui est déjà systématiquement porté vers les spécificités liées aux athlètes. Une brève introduction apprendra au lecteur, par exemple, à interpréter les informations nutritionnelles mentionnées sur les étiquettes des produits alimentaires. Le devenir des nutriments, de l'ingestion au métabolisme énergétique, est ensuite décrit dans le chapitre 2 alors que les chapitres 3 à 8 sont spécifiquement consacrés à chacun des 6 nutriments de base : glucides, protéines, graisses, vitamines, minéraux et eau. Nous y apprenons ainsi la quantité optimale de macronutriments à ingérer et l'instant idéal pour le faire ainsi que les sources alimentaires à privilégier dans le cadre d'une activité sportive. L'intérêt, pour les athlètes, de chaque vitamine et minéral est ensuite exposé au sein, pour chacun d'entre eux, d'un paragraphe spécifique. Il est, par après, question d'hydratation avec des recommandations clairement détaillées et justifiées alors que le dernier chapitre de la 1re partie traite des aides ergogéniques, c'est-à-dire de toutes les substances qui peuvent permettre à l'athlète d'améliorer ses performances. Si les auteurs y mentionnent les bénéfices de certains suppléments alimentaires, ils en profitent aussi pour mettre en garde les sportifs contre les risques liés à un contrôle peu rigoureux de ces substances vendues librement. La 2e partie est, quant à elle, composée de 6 chapitres plus spécifiques et encore davantage tournés vers la pratique. Le chapitre 10, rédigé à partir d'un cas d'étude, est ainsi dédié à la prise en charge du patient par le nutritionniste avec la présentation de questionnaires et méthodes d'enregistrement des apports alimentaires. Dans le chapitre 11, les auteurs abordent la question délicate de la gestion du poids de l'athlète. Ils mettent subtilement en garde contre les risques liés à une perte de poids rapide et apportent aussi des solutions pour ceux qui, à l'inverse, souhaiteraient prendre sainement du poids. La fin de l'ouvrage est consacrée aux besoins spécifiques de certaines populations : les athlètes d'endurance et ultra-endurance (chap. 12), les athlètes de puissance/force (chap. 13), les athlètes de sport d'équipe (chap. 14) et enfin certaines populations

particulières (chap. 15) comme, par exemple, les athlètes diabétiques, les femmes enceintes, les végétariens ou les séniors.

Si les abondantes informations présentées dans cet ouvrage devraient pouvoir satisfaire le lecteur passionné, tout qui s'intéresse à la nutrition sportive de près ou de loin devrait être attiré par la démarche concrète des auteurs. Ainsi, de nombreux cas d'étude, des programmes nutritionnels adaptés aux besoins d'athlètes spécifiques, des recommandations précises sur le timing d'ingestion des macronutriments, des tests simples et pratiques pour peaufiner ses connaissances, des idées de menus et même plusieurs recettes jalonnent la théorie et guideront efficacement le nutritionniste dans sa prise en charge spécifique. Des informations additionnelles sont également brièvement exposées pour des populations particulières, comme les végétariens, tout au long de l'ouvrage.

Bien que cet ouvrage ne soit donc clairement pas dépourvu de qualités, le lecteur avisé pourrait toutefois regretter quelques petites imprécisions ou simplismes ainsi que l'absence d'une mise à jour de certaines données. Voici quelques exemples. Dans le chapitre 4, les auteurs pointent du doigt le cholestérol comme principal responsable des maladies cardio-vasculaires. Or, de nombreux scientifiques contestent aujourd'hui cette causalité, argumentant, entre autres, que les études aboutissant à ces conclusions ont été financées par l'industrie pharmaceutique pour favoriser la vente de statines, médicaments prescrits pour diminuer le taux de cholestérol. Dommage dès lors qu'aucune nuance ne soit apportée. Un peu plus loin, dans le chapitre 5, l'acide lactique est présenté comme « le » responsable de la fatigue musculaire. Même si cet acide accompagne en effet la fatigue musculaire, les physiologistes ont démontré depuis de nombreuses années qu'il avait un rôle plutôt positif sur celle-ci en « tamponnant » les protons H^+ dont l'accumulation est probablement la véritable source de fatigue musculaire. Nous pouvons regretter que les auteurs ne le mentionnent pas alors que cette confusion est encore très présente au sein du grand public. Dans le chapitre 8, consacré à l'eau, les auteurs proposent des recommandations très précises sur l'hydratation lors d'une épreuve d'endurance en insistant sur la nécessité d'un apport régulier et important. Aujourd'hui, ces lignes directrices ont évolué et les récentes études semblent promouvoir plutôt de « boire à sa soif » lors de tels événements sportifs. Une mise à jour de la littérature scientifique aurait sans doute conduit ici les auteurs à nuancer leurs recommandations. Notons enfin que le lecteur de cette version francophone pourrait ne pas toujours s'y retrouver, car les références au système américain sont nombreuses et leur équivalent au système « français » n'est que rarement présenté.

Ces quelques critiques ne doivent cependant pas obscurcir le réel intérêt de cet ouvrage qui devrait ravir les étudiants et les professeurs de l'enseignement supérieur pour lesquels il pourrait devenir un ouvrage de référence.

Mikaël Scohier
Haute école Louvain-en-Hainaut

Sciences de l'homme

Condemi (Silvana) - Savatier (François), *Dernières nouvelles de Sapiens*. – Paris : Flammarion, 2018. – 157 p. – 1 vol. broché de 11.5 × 18.5 cm. – 12,00 €. – isbn 978-2-0814-2712-9.

C'est une belle histoire, celle de nos origines, que nous racontent avec brio leurs deux auteurs. Il n'est pas évident de transmettre de manière correcte à un public non spécialiste ce qui est identifié et interprété aujourd'hui concernant nos racines.

Il ne s'agit pas d'un exposé scientifique avec références à l'appui. Ce petit livre de 155 pages présente, dans un style agréable, les découvertes anciennes et récentes avec les modifications qu'elles apportent au tableau de nos origines et les interprétations qui en découlent. Les justificatifs ne sont pas dans le livre, mais les auteurs renvoient à un site qui les fournit : https://sites.google.com/site/dernieresnnouvellesdesapiens/home.

Les technologies récentes, dont l'extraction et le séquençage de l'ADN fossile, indiquent que nos ancêtres ont émergé en de nombreux endroits et bien plus tôt qu'on ne l'imaginait. La question des mécanismes qui ont façonné l'Homo *sapiens* (Sapiens) est le fil conducteur de ce livre. Est-ce la bipédie qui aurait libéré nos mains ? Est-ce l'utilisation d'outils ? Sommes-nous devenus humains parce qu'un lointain changement climatique a propulsé nos ancêtres arboricoles dans la savane où il n'était possible de survivre qu'en groupe ?

Les hominidés comprennent aujourd'hui les humains, les bonobos, les chimpanzés, les gorilles et les orangs-outans. Parmi les hominidés fossiles africains identifiés à ce jour se trouvent les ardipithèques (7/5 MA [= Millions d'Années]) avec un début d'adaptation à la bipédie, devenue effective chez les australopithèques (4/2 MA). Avec la bipédie intégrale à laquelle se conjugue la culture apparait le genre Homo (2,8 MA). Un des éléments culturels essentiels qui ont contribué à l'hominisation est la domestication du feu (0,8 MA) qui détoxifie, rend plus digeste et augmente la valeur calorique des aliments. La coordination nécessaire à la chasse est venue par le cri et la main capables de la plus ancienne des communications langagières, ce qui a conduit au langage articulé.

Autour de 2 MA, se sont succédé de nombreuses sorties d'Afrique. Ces premiers Eurasiens se sont ensuite mélangés avec les Sapiens lorsque ceux-ci sont, à leur tour, sortis d'Afrique il y a plus de 200.000 ans. La première forme de société sans laquelle les Sapiens n'auraient pas survécu est la horde, soit une bande errante de chasseurs-cueilleurs. Notre sentiment d'appartenance à un groupe prend sûrement racine alors.

Notre espèce se distingue de toutes les autres parce que celles-ci sont toujours restées inféodées à un type d'écosystème, le plus souvent tropical. Elle a conquis tous les biotopes de la terre. Les premières tribus ont vraisemblablement été créées suite à la croissance démographique des hordes et avec des motivations diverses comme l'acquisition d'avantages sociaux ou encore la possibilité de grandes équipes de chasse.

Le terme de Sapiens réfère à nous et nous l'attribuons à celles et ceux qui nous ressemblent. Le passage à ce titre est présenté tout au long de ce livre sous les aspects morphologique et culturel. Une synthèse plus poussée des éléments qui constituent le Sapiens aurait été bienvenue.

Pierre Devos
Université de Namur

CONDITIONS D'ABONNEMENT (2020, VOL. 191)

L'abonnement est annuel, à partir de janvier, et court jusqu'à ordre contraire.

En Belgique et au Luxembourg	55,00 €
abonnement de soutien	150,00 €
abonnement étudiant	30,00 €
Pour la France (TVA comprise)	65,00 €
Pour les autres pays (toutes taxes incluses)	80,00 €
Prix au numéro trimestriel (TVA comprise)	20,00 à 30,00 €
Pour paiement par chèque	ajouter 25,00 €

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES :

61, rue de Bruxelles – 5000 Namur – Belgique
ING. (Avenue Marnix 24 B – 1000 Bruxelles)
IBAN : BE35 3500 0659 7537
BIC : BBRUBEBB
TVA : BE 0407 654 574

Revue publiée avec l'aide financière

- du Fonds National de la Recherche Scientifique
- de l'Université de Namur (ESPHIN)
- du Fonds Wernaers


HELHa
Haute École Louvain en Hainaut
BELGE
SCIENCES
PLURIDISCIPLINAIRE
PHILOSOPHIE
HISTOIRE
FRANCOPHONE
HAUTE VULGARISATION
ACCESSIBLE
INFORMATIONS VALIDÉES
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ DE NAMUR
Revue des
QUESTIONS SCIENTIFIQUES
ISSN 0035-2160
Actualité, histoire et philosophie des sciences
Tome 191, N°1-2, 2020
www.rqs.be
CE NUMÉRO : 30 €
shutterstock.com